

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

SEDE LATACUNGA



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TEMA:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE RED MULTIPLEXADA PARA APLICACIONES EN EL AUTOMÓVIL.”

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ

ELABORADO POR:

JUANCARLOS VALENCIA BONILLA

LATACUNGA, MARZO 2010

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por **Juancarlos Valencia Bonilla**, bajo nuestra supervisión.

ING. GERMÁN ERAZO
DIRECTOR DE PROYECTO

ING. ESTEBAN LÓPEZ
CODIRECTOR DE PROYECTO

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

ING. GERMÁN ERAZO (DIRECTOR)

ING. ESTEBAN LÓPEZ (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE RED MULTIPLEXADA PARA APLICACIONES EN EL AUTOMÓVIL”**, realizado por el señor Juancarlos Valencia Bonilla, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la publicación de conocimientos y al desarrollo profesional. **Si** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil. Autorizan al señor Juancarlos Valencia Bonilla que lo entreguen al Ing. Juan Castro, en su calidad de Director de Carrera.

Latacunga, Marzo del 2010.

ING. GERMÁN ERAZO

DIRECTOR

ING. ESTEBAN LÓPEZ

CODIRECTOR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo: Juancarlos Valencia Bonilla

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE RED MULTIPLEXADA PARA APLICACIONES EN EL AUTOMÓVIL”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Marzo del 2010.

Juancarlos Valencia Bonilla

C.I. 0502770019

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo: Juancarlos Valencia Bonilla

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, del trabajo: “**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE RED MULTIPLEXADA PARA APLICACIONES EN EL AUTOMÓVIL**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Marzo 2010.

Juancarlos Valencia Bonilla

C.I. 0502770019

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico al ser más sublime que tengo en mi vida, mi madre, María Eulalia.

A mi Padre Carlos Eduardo, mi hermano Xavier Eduardo, y mi tía Elva Mercedes Bonilla quienes han sido mi apoyo incondicional en los retos que se presentan en mi vida, gracias por enseñarme a nunca dejarme vencer y que siempre un hombre se puede levantar las veces que sean necesarias aunque se cometan muchos errores en el transcurso de la vida.

Este logro va dedica para ustedes y gracias por siempre confiar en mi.

Juancarlos Valencia Bonilla

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por enseñarme siempre que la vida es un constante reto y que nada es fácil, por darme la fortaleza y sabiduría par tener paciencia en los momentos más difíciles.

A mi tía Elva Mercedes por apoyarme incondicionalmente durante toda mi vida.

A mi hermano Xavier Eduardo, por ser la inspiración de este logro.

A mis profesores en especial a los ingenieros Germán Erazo y Esteban López por guiarme y enseñarme sus conocimientos desinteresadamente durante mi formación profesional y en la realización de ésta tesis.

Y a toda mi familia quienes me apoyaron, dándome fortaleza y confianza durante todas las etapas de mi vida.

Juancarlos Valencia Bonilla.
RESUMEN

El presente proyecto tiene por objetivo el diseño y construcción de un prototipo de red multiplexada, el que nos permite simular el funcionamiento y operación de una red en el automóvil. Este proyecto genera un estudio de las distintas redes del automóvil, observar sus velocidades de funcionamiento, aplicaciones, despliegue de datos, medios para enlazar los módulos de comunicación y utilización de técnicas de programación de microcontroladores.

El capítulo I, se refiere a los elementos utilizados en el automóvil, sean estos activos o pasivos, los cuales sirven para el control, monitoreo y confort en los diferentes sistemas del auto; a demás, se indican las características de las señales y los diferentes tipos y dispositivos de almacenamientos de memoria.

El capítulo II, trata de los diferentes tipos de configuración de red del automóvil, métodos de ahorros de energía, elementos que los componen, protocolos de comunicación, características de los protocolos, priorización de los mensajes, entre otros.

En el capítulo III, se estructuran los módulos del prototipo de red multiplexada en la parte del software y hardware, diseñando las señales de cuatro sensores del motor, sus módulos, la velocidad de comunicación de la red, sus placas electrónicas y a la ves se realizan las pruebas de funcionamiento en protoboard para observar antes de su montaje el correcto funcionamiento del mismo.

En el capítulo IV, se construye y ensambla la estructura del prototipo de red, se instalan las placas electrónicas, se realizan las pruebas de funcionamiento del sistema observando la trama de datos, la variación de información cada vez que se activa o desactiva un interruptor, observando cuando un módulo envía información, y se reconoce cuando el traductor envía la trama de datos hacia los otros módulos, así como la variación de las señales de los sensores simulados.

PRESENTACIÓN

El proyecto es diseñado gracias a los conocimientos científicos adquiridos durante el transcurso de toda la carrera universitaria, tanto en la parte del diseño, construcción e implementación, logrando de esta manera generar un documento científico que sirva como base para futuras investigaciones.

La Escuela Politécnica del Ejército impulsa la investigación científica, gracias a la cual he logrado diseñar e implementar el prototipo de red multiplexada para aplicaciones en el automóvil, logrando generar datos digitales, comunicación entre módulos, y la activación de los diferentes actuadores del prototipo mediante señales digitales que son colocadas en la red que enlaza todo este sistema.

Se presenta este proyecto como base referencial para que los docentes, estudiantes, profesionales y técnicos puedan introducirse al estudio de redes automotrices y se relacionen con las distintas técnicas para la solución de problemas de implementación, diagnóstico y reparación que actualmente se presenta en el país con la introducción de esta tecnología.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I

I.- ELEMENTOS ACTIVOS Y PASIVOS	1 -
1.1.- INTRODUCCIÓN	1 -
1.1.1.- ELEMENTOS PASIVOS.....	1 -
1.1.2.-ELEMENTOS ACTIVOS.....	3 -
1.2.- FUNCIONES DIGITALES	5 -
1.2.1.- MÉTODOS DE MEDIDA.....	5 -
1.2.1.1.- Medidas Analógicas.....	5 -
1.2.1.1.1.- Señales Analógicas.....	5 -
1.2.1.2.- Medidas Comparadas	7 -
1.2.1.3.- Medidas Digitales	7 -
1.2.1.3.1.- Señales Digitales	8 -
1.2.1.3.2.- Señales Eléctricas Temporales	8 -
1.3.- RELOJ Y TEMPORIZADORES	9 -
1.3.1.- CARACTERÍSTICAS DE UN RELOJ IDEAL.....	11 -
1.4.- CONTADORES.....	13 -
1.5.- MEMORIAS	14 -
1.5.1.- MEMORIAS SEMICONDUCTORAS.....	14 -
1.5.1.1.- Memorias Volátiles.....	15 -
1.5.1.2.- Memorias no Volátiles.....	15 -
1.5.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE MEMORIAS.....	15 -
1.5.3.- MEMORIAS DE ACCESO ALEATOREIO RAM.....	17 -
1.5.3.1.- Tipos de RAM.....	18 -
1.5.3.1.1.- Ram Estática (SRAM)	18 -
1.5.3.1.2.- Memorias de Acceso Aleatorio Ferroeléctricas FRAM.....	19 -
1.5.3.1.3.- RAM dinámica (DRAM)	19 -
1.5.4.- MEMORIAS ALEATORIAS DE SOLO LECTURA ROM	20 -
1.5.4.1.- Tipos de Memorias ROM	20 -
1.5.4.1.1.- ROM de Máscara	20 -
1.5.4.1.2.- ROM programable o PROM.....	20 -
1.5.4.1.3.- ROM programables y borrables o EPROM (ERASE PROM)	20 -
1.5.4.1.4.- El Segundo tipo de memorias EPROM, son las EEPROM	21 -
1.5.4.1.5.- La memoria FLASH.....	21 -
1.6.- MICROCONTROLADORES.....	21 -
1.6.1.- ARQUITECTURA INTERNA.....	22 -
1.6.1.1.- El procesador	23 -
1.6.1.2.- Memoria de programa	24 -
1.6.1.2.1.- ROM con máscara.....	24 -
1.6.1.2.2.- EPROM.....	25 -
1.6.1.2.3.- OTP (Programable una vez).....	25 -
1.6.1.2.4.- EEPROM	25 -
1.6.1.2.5.- FLASH	26 -
1.6.1.3.- Memorias de Datos	26 -
1.6.1.4.- Líneas de E/S para los controladores de Periféricos	26 -
1.6.1.5.- Recursos Auxiliares.....	27 -
1.7.- ELECCIÓN DE MICROCONTROLADORES	27 -

1.7.1.- PIC 16F628	28 -
1.7.1.1.- Características	28 -
1.7.1.2.- Características Periféricas.....	28 -
1.7.1.3.- Tecnología CMOS.....	29 -
1.7.1.4.- Circuito.....	29 -
1.7.2- PIC 16F877	30 -
1.7.2.1.- Características	30 -
1.7.2.2.- Funciones Periféricas.....	31 -
1.7.2.3.- Funciones Análogas	31 -
1.7.2.4.- Funciones Especiales de los Microcontroladores.....	32 -
1.7.2.5.- Tecnología CMOS.....	32 -
1.7.2.6.- Circuito	32 -

Capítulo II

II.- REDES DE COMUNICACIÓN.	34 -
2.1.- REDES Y MULTIPLEXADOS	34 -
2.2.- TIPOS DE CONFIGURACIÓN DE REDES.....	35 -
2.2.1.- CONFIGURACIÓN PUNTO A PUNTO	36 -
2.2.2.- CONFIGURACIÓN EN ANILLO.....	36 -
2.2.3.- CONFIGURACIÓN EN ESTRELLA	37 -
2.2.4.- CONFIGURACIÓN LINEAL.....	37 -
2.2.5.- CONFIGURACIÓN DAISY CHAIN.	38 -
2.2.6.- CONFIGURACIÓN MAESTRO ESCLAVO	39 -
2.3.- CONFIGURACIÓN COMPUERTA O GATEWAY	39 -
2.4.- MODOS DE ENERGÍA	41 -
2.5.- LÍNEAS DE COMUNICACIÓN Y DATOS SERIADOS	42 -
2.5.1.- CONFIGURACIÓN.	42 -
2.5.2.- TRANSMISIÓN DE DATOS EN BITS	43 -
2.5.3.- APLICACIÓN	43 -
2.5.4.- MEDIOS DE TRANSMISIÓN	43 -
2.5.5.- NÚMERO MÁXIMO DE COMPUTADORAS DISPONIBLES A ENLAZAR	43 -
2.5.6- MEDIO UTILIZADO PARA ENLAZAR LOS MÓDULOS.	44 -
2.6.- PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN	44 -
2.6.1.-CAN (CONTROLLER AREA NETWORK)	46 -
2.6.1.1.- Características del Protocolo CAN.....	47 -
2.6.1.2.- Elementos del Sistema CAN BUS.....	47 -
2.6.1.2.1.- Cables.	47 -
2.6.1.2.2.- Elemento de Cierre o Terminador	48 -
2.6.1.2.3.- Controlador	49 -
2.6.1.2.4.- Transmisor/Receptor.....	50 -
2.6.1.3.- Procesos de Transferencia y Recepción de Datos.....	51 -
2.6.1.3.1.- Suministro del Dato.	51 -
2.6.1.3.2.- Envío del Dato.....	51 -
2.6.1.3.3.- Recepción del Dato.....	51 -

2.6.1.3.4.- Comprobación del Dato.....	51 -
2.6.1.3.5.- Aceptación de Datos.....	52 -
2.6.1.4.- Configuración del BUS.	52 -
2.6.1.5.- Identificación Asociativa.....	53 -
2.6.1.6.- Estados Lógicos del BUS	53 -
2.6.1.7.- Priorización	53 -
2.6.1.8.- Adjudicación del BUS.....	54 -
2.6.1.9.- Formato del Mensaje.	54 -
2.6.1.10.- Diagnóstico del CAN-BUS	57 -
2.6.2.- FUENTES PARÁSITAS.....	58 -
2.6.3.- PROTOCOLO VAN.....	60 -
2.6.4.- PROTOCOLO SAE-J1850	60 -

CAPÍTULO III

III.- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE RED MULTIPLEXADA	62 -
3.1.- ANTECEDENTES.....	62 -
3.2.- JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA A RESOLVER	63 -
3.3.- OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.....	64 -
3.4.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO	64 -
3.5.- METAS DEL PROYECTO	65 -
3.6.- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE RED MULTIPLEXADA PARA APLICACIONES EN EL AUTOMÓVIL.....	66 -
3.7.- CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.....	66 -
3.8.- PARÁMETROS PARA LA SIMULACIÓN Y DISEÑO	67 -
3.9.- DISEÑO DE LA SEÑAL DEL SENSOR DE VELOCIDAD DEL VEHÍCULO VSS.....	68 -
3.10.- DISEÑO DE LA SEÑAL DEL SENSOR DEL CIGÜEÑAL CKP	71 -
3.11.- DISEÑO DE LA SEÑAL DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL MOTOR ECT.....	71 -
3.12.- DISEÑO DE LA SEÑAL DE PRESIÓN DE ACEITE	73 -
3.13.- DISEÑO DEL MÓDULO DE CONTROL DEL MOTOR.....	74 -
3.14.- DISEÑO DEL MÓDULO GATEWAY	77 -
3.15.- DISEÑO DEL MÓDULO DEL VOLANTE	80 -
3.16.- DISEÑO DEL MÓDULO BAJO EL CAPOT	82 -
3.17.- COMPONENTES SELECCIONADOS	84 -
3.17.1.- MÓDULO DE CONTROL DE MOTOR ECM	84 -
3.17.2.- MÓDULO DE VOLANTE	86 -
3.17.3.- MÓDULO GATEWAY	87 -
3.17.4.- MÓDULO BAJO EL CAPOT.....	89 -
3.18.- PRUEBAS EN PROTOBOARD.....	91 -

CAPÍTULO IV

IV.- CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE RED MULTIPLEXADA	96 -
4.1.- PROCESO DE ENSAMBLE.....	96 -

4.1.1.- MONTAJE DE LAS PLACAS ELECTRÓNICAS	97 -
4.2.- DESARROLLO DE DATA LINE COMPUTER	100 -
4.3.- INTERPRETACIÓN DE DATA LINE COMPUTER.....	100 -
4.3.1.- DATA LINE COMPUTER - GENERAL.....	101 -
4.3.2.- DATA LINE COMPUTER - SECCIÓN 1	101 -
4.3.3.- DATA LINE COMPUTER - SECCIÓN 2	102 -
4.3.4.- DATA LINE COMPUTER - SECCIÓN 3	102 -
4.3.5.- DATA LINE COMPUTER - SECCIÓN 4.....	103 -
4.3.6.- DATA LINE COMPUTER - SECCIÓN X4.....	103 -
4.4.- IDENTIFICACIÓN DE TRENES DE PULSOS	103 -
4.5.- OBTENCIÓN DE TRENES DE PULSOS CON OSCILOSCOPIO.....	104 -
4.5.1.- TIPO DE SEÑAL Y UBICACIÓN DEL SENSOR DE PRESIÓN DE ACEITE.....	104 -
4.5.2.-TIPO DE SEÑAL Y UBICACIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE.....	105 -
4.5.3.- TIPO DE SEÑAL Y UBICACIÓN DEL SENSOR DE VELOCIDAD DEL VEHÍCULO	106 -
4.5.4.- TIPO DE SEÑAL Y UBICACIÓN DEL SENSOR DEL CIGÜEÑAL DEL VEHÍCULO	106 -
4.5.5.- TIPO DE SEÑAL Y UBICACIÓN DEL CABLE DE DATO ENTRE LE MÓDULO DE VOLANTE Y EL GATEWAY.....	107 -
4.5.6.- TIPO DE SEÑAL Y UBICACIÓN DEL CABLE DE DATO ENTRE EL MÓDULO ECM Y EL GATEWAY.....	108 -
4.5.7.- TIPO DE SEÑAL Y UBICACIÓN DEL CABLE DE DATO ENTRE EL GATEWAY Y EL MÓDULO BAJO EL CAPOT.....	109 -
4.6.- RECEPCIÓN, VALIDACIÓN Y UTILIZACIÓN DE SEÑALES	110 -
4.7.- PRUEBAS DEL PROTOTIPO DE RED MULTIPLEXADA.....	111 -
4.7.1.- SEÑALES DE ENTRADA DEL ECM.....	111 -
4.7.1.1.- Señal de presión de aceite del motor.....	112 -
4.7.1.2.- Señal del sensor de temperatura del refrigerante	112 -
4.7.1.3.- Señal del sensor de velocidad del vehículo	113 -
4.7.1.4.- Señal del sensor del cigüeñal	114 -
4.7.2.- DATOS DESPLEGADOS POR EL GATEWAY.....	115 -
4.7.3.- DATOS ENVIADOS DEL MÓDULO DE VOLANTE HACIA EL GATEWAY	116 -
4.7.4.- DATOS ENVIADOS DEL GATEWAY HACIA EL MÓDULO BAJO EL CAPOT	117 -
4.7.5.- DATOS ENVIADOS DEL ECM AL GATEWAY	118 -
4.8.- VERIFICACIÓN DE OPERACIÓN DE ACTUADORES DEL PROTOTIPO	119 -
CONCLUSIONES.....	120 -
RECOMENDACIONES.....	121 -
BIBLIOGRAFÍA.....	122 -
ANEXOS.....	123 -
ANEXO A.....	124 -
ANEXO B.....	127 -
ANEXO C.....	135 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.- Señal analógico periódica	6 -
Figura 1.2.- Señal analógico continua	6 -

Figura 1.3.- Método de sustitución para resistencia.....	7 -
Figura 1.4.- Señal temporal cuadrada.....	9 -
Figura 1.5.- Duración impulso digital.....	9 -
Figura 1.6.- Ciclo de reloj.....	10 -
Figura 1.7.- Onda cuadrada asimétrica.....	10 -
Figura 1.8.- Offset a línea de tiempo.....	10 -
Figura 1.9.- Tiempo de transición.....	11 -
Figura 1.10.- Transición alto a bajo.....	11 -
Figura 1.11.- Transición de onda del nivel bajo a alto en un tiempo.....	12 -
Figura 1.12.- Clasificación de los tipos de memorias.....	16 -
Figura 1.13.- Esquema general memoria de acceso aleatorio.....	17 -
Figura 1.14.- Esquema de funcionamiento de una memoria de lectura/escritura.....	18 -
Figura 1.15.- Arquitectura Von Neumann.....	23 -
Figura 1.16.- Arquitectura Harvard.....	23 -
Figura 1.17.- PIC 16F628A.....	30 -
Figura 1.18.- PIC 16F877A.....	33 -
Figura 2.1.- Perspectiva de la utilización de redes en un vehículo.....	34 -
Figura 2.2.- Red punto a punto.....	36 -
Figura 2.3.- Red tipo anillo.....	36 -
Figura 2.4.- Red tipo estrella.....	37 -
Figura 2.5.- Red lineal.....	38 -
Figura 2.6.- Red Daisy Chain.....	38 -
Figura 2.7.- Red maestro esclavo.....	39 -
Figura 2.8.- GATEWAY.....	40 -
Figura 2.9.- Red CAN.....	46 -
Figura 2.10.- Elemento CAN – BUS - cables.....	48 -
Figura 2.11.- Elementos de cierre o terminadores.....	49 -
Figura 2.12.- Controladores.....	50 -
Figura 2.13.- Transmisor - receptor.....	50 -
Figura 2.14.- Aceptación de datos.....	52 -
Figura 2.15.- Priorización de bits.....	53 -
Figura 2.16.- Formato del mensaje.....	54 -
Figura 2.17.- Diseño del mensaje.....	55 -
Figura 2.18.- Start of frame.....	55 -
Figura 2.19.- Arbitration field.....	56 -
Figura 2.20.- Control field.....	56 -
Figura 2.21.- Data field.....	56 -
Figura 2.22.- CRC field.....	56 -
Figura 2.23.- ACK field.....	57 -
Figura 2.24.- End of frame.....	57 -
Figura 2.25.- Fuentes parásitas.....	59 -
Figura 2.26.- Cable de bus de datos.....	60 -
Figura 3.1.- Diagramas de bloques del simulador.....	66 -
Figura 3.2.- Señal pulsante de salida del sensor de efecto Hall.....	68 -
Figura 3.3.- Diseño del sensor de efecto Hall.....	68 -

Figura 3.4.- Señal de salida del sensor de efecto Hall simulada.....	69 -
Figura 3.5.- Simulación del ECT.....	72 -
Figura 3.6.- Conexión del sensor de temperatura ECT.....	74 -
Figura 3.7.- Diagrama esquemático del ECM.....	75 -
Figura 3.8.- Diseño de la placa electrónica del ECM.....	76 -
Figura 3.9.- Diagrama esquemático BCM o GATEWAY.....	77 -
Figura 3.10.- Diseño de la placa electrónica BCM O GATEWAY.....	80 -
Figura 3.11.- Diagrama esquemático del módulo de volante.....	81 -
Figura 3.12.- Diseño de la placa electrónica del módulo de volante.....	82 -
Figura 3.13.- Diagrama esquemático del módulo bajo el capot.....	83 -
Figura 3.14.- Diseño de la placa electrónica del módulo bajo el capot.....	84 -
Figura 3.15.- Diseño de la placa electrónica con sus componentes del ECM.....	85 -
Figura 3.16.- Diseño de la placa electrónica con sus componentes del módulo de volante.....	86 -
Figura 3.17.- Diseño de la placa electrónica con sus componentes del módulo GATEWAY.....	88 -
Figura 3.18.- Diseño de la placa electrónica con sus componentes del módulo bajo el capot.....	90 -
Figura 3.19.- ECM.....	92 -
Figura 3.20.- Módulo de volante.....	92 -
Figura 3.21.- Módulo bajo el capot.....	93 -
Figura 3.22.- Módulo GATEWAY.....	93 -
Figura 3.23.- Prototipo de red.....	94 -
Figura 3.24.- Fotograbado de placas electrónicas.....	94 -
Figura 3.25.- Ensamblaje de los componentes de las placas electrónicas.....	95 -
Figura 4.1.- Diseño de la estructura metálica.....	96 -
Figura 4.2.- Diseño del tablero.....	97 -
Figura 4.3.- Ubicación de la placa electrónica del módulo bajo el capot.....	97 -
Figura 4.4.- Ubicación de la placa electrónica del módulo bajo el volante.....	98 -
Figura 4.5.- Ubicación de la placa electrónica del módulo ECM.....	98 -
Figura 4.6.- Ubicación de la placa electrónica del módulo GATEWAY.....	99 -
Figura 4.7.- Instalación del cableado eléctrico.....	99 -
Figura 4.8.- Bornera de la presión de aceite.....	104 -
Figura 4.9.- Dato del sensor de presión de aceite.....	105 -
Figura 4.10.- Bornera del sensor de temperatura del refrigerante.....	105 -
Figura 4.11.- Dato del sensor de temperatura del refrigerante.....	105 -
Figura 4.12.- Bornera del sensor de velocidad del vehículo.....	106 -
Figura 4.13.- Dato del sensor de velocidad del vehículo.....	106 -
Figura 4.14.- Bornera del sensor del cigueñal.....	107 -
Figura 4.15.- Dato del sensor del cigueñal.....	107 -
Figura 4.16.- Bornera de la red de comunicación entre el módulo de volante y el GATEWAY.....	108 -
Figura 4.17.- Dato de la red de comunicación entre el módulo de volante y el GATEWAY.....	108 -

Figura 4.18.- Bornera de la red de comunicación entre el módulo ECM y el GATEWAY	- 109 -
Figura 4.19.- Dato de la red de comunicación entre el módulo ECM y el GATEWAY ...	- 109 -
Figura 4.20.- Bornera de la red de comunicación entre el módulo GATEWAY y el módulo bajo el capot	- 110 -
Figura 4.21.- Dato de la red de comunicación entre el módulo GATEWAY y el módulo bajo el capot.....	- 110 -
Figura 4.22.- Señal del sensor de presión de aceite (OK)	- 112 -
Figura 4.23.- Señal del sensor de presión de aceite (LOW)	- 112 -
Figura 4.24.- Señal del sensor de temperatura del refrigerante	- 113 -
Figura 4.25.- Señal del sensor de velocidad	- 113 -
Figura 4.26.- Señal del sensor de velocidad del vehículo	- 114 -
Figura 4.27.- Señal del sensor del cigueñal.....	- 114 -
Figura 4.28.- Señal del sensor del cigueñal.....	- 115 -
Figura 4.29.- LCD de despliegue de datos	- 115 -
Figura 4.30.- Dato enviado del módulo de volante hacia GATEWAY	- 116 -
Figura 4.31.- Dato de activación de la direccional izquierda.....	- 117 -
Figura 4.32.- Dato enviado del GATEWAY hacia el módulo bajo el capot.....	- 117 -
Figura 4.33.- Trama de datos enviados del ECM al GATEWAY	- 118 -
Figura 4.34.- Trama de datos enviados del ECM al GATEWAY	- 118 -

ÍNDICE DE TABLAS.

TABLA I.1.- Elementos Pasivos	- 2 -
TABLA I.2.- Elementos Activos	- 3 -
TABLA III.1.- Velocidad de comunicación	- 78 -
TABLA III.2.- Lista de componentes electrónicos del ECM	- 85 -
TABLA III.3.- Lista de componentes electrónicos del módulo de volante	- 86 -
TABLA III.4.- Lista de componentes electrónicos del GATEWAY	- 88 -
TABLA III.5.- Lista de componentes electrónicos del módulo bajo el capot	- 90 -
TABLA IV.1.- Verificación de operación de actuadores	- 119 -

LATACUNGA, MARZO DEL 2010

REALIZADO POR:

JUANCARLOS VALENCIA BONILLA

**ING. JUAN CASTRO CLAVIJO
DIRECTOR DE CARRERA
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.**

**DR. EDUARDO VÁSQUEZ ALCÁZAR
UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO**

CAPÍTULO I

ELEMENTOS ACTIVOS Y PASIVOS.

1.1 INTRODUCCIÓN.

Los elementos activos y pasivos usados en el automóvil intervienen en la conformación de los controladores electrónicos, que son diseñados para los sistemas inyección electrónica de los vehículos, utilizados para el control, monitoreo y confort de los diferentes sistemas en el automóvil.

1.1.1 ELEMENTOS PASIVOS.

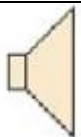

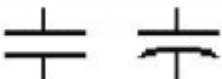

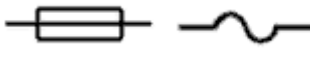


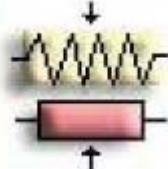
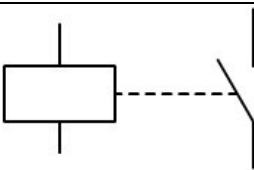
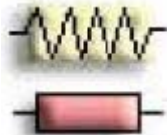

“Los elementos pasivos son aquellos que no producen amplificación y sirven para controlar la electricidad, colaborando para el mejor funcionamiento de los elementos activos, es decir los que producen un gasto de energía. Estos elementos pasivos están formados por elementos de diversas clases ya que son diferentes sus objetivos, construcción y resultados, los principales son:



- Resistencias.
- Condensadores
- Bobinas

Existe también una amplia variedad de este tipo de componentes, tanto en forma como en funcionalidad y en características”.¹ En la siguiente tabla se indican los principales componentes pasivos junto a su función más común dentro de un circuito.

¹ AUGUERI FERNANDO (2007), *Manual de Reparación de ECUs*, Miami CISE Electronics, CC.: Autor

Tabla I.1.- Elementos Pasivos

Componente	Simbología.	Función más común.
Altavoz.		Reproducción de sonido.
Cable.		Conducción de la electricidad
Condensador.		Almacenamiento de energía, filtrado, adaptación impedancia.
Conmutador.		Reencaminar una entrada a una salida elegida entre dos o más.
Fusible.		Protección contra sobre intensidades.
Inductor.		Adaptación de impedancias.
Interruptor.		Apertura o cierre de circuitos manuales.
Potenciómetro.		Variación de la corriente eléctrica o la tensión.
Relé.		Apertura o cierre de circuitos mediante señales de control.
Resistor.		División de intensidad o tensión, limitación de intensidad.
Transformador.		Elevar o disminuir tensiones, intensidades, e impedancia aparente.

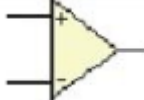

Varistor.		Protección contra sobretensiones.
Visualizador.		Muestra de datos o imágenes.
Transductor	No designado	Transformación de una magnitud física en una eléctrica.



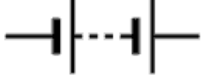

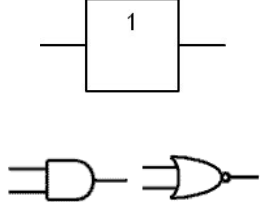
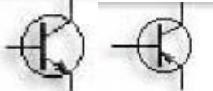

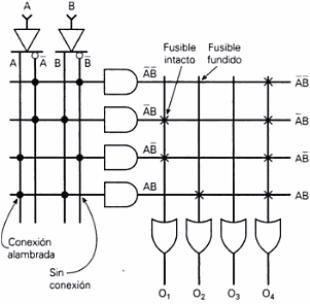
1.1.2 ELEMENTOS ACTIVOS.

Los componentes activos son aquellos que son capaces de excitar los circuitos o de realizar ganancias o control del mismo. Fundamentalmente son los generadores eléctricos y ciertos componentes semiconductores. Estos últimos, en general, tienen un comportamiento no lineal, esto es, la relación entre la tensión aplicada y la corriente demandada no es lineal.

En la actualidad existe un número elevado de componentes activos, siendo usual, que un sistema electrónico se diseñe a partir de uno o varios componentes activos cuyas características lo condicionará. Esto no sucede con los componentes pasivos. En la tabla I.2 se muestran los principales componentes activos junto a su función más común dentro de un circuito.

Tabla I.2.- Elementos Activos.

Componentes.	Simbología	Función más común.
Amplificador operacional.		Amplificación, regulación, conversión de señal, conmutación.
Diac.		Control de potencia.

Diodo.		Rectificación de señales, regulación, multiplicador de tensión.
Diodo Zener.		Regulación de tensiones.
Pila.		Generación de energía eléctrica.
Tiristor.		Control de potencia.
Puerta lógica.		Control de sistemas combinados.
Transistor.		Amplificación, conmutación.
Triac.		Control de Potencia.
PLD.		Control de sistemas digitales.
Biestable.	No designado	Control de sistemas secuenciales.
FPGA.	No designado	Control de sistemas digitales.
Memoria.	No designado	Almacenamiento digital de datos.
Microprocesador.	No designado	Control de sistemas digitales.
Microcontrolador.	No designado	Control de sistemas digitales.

1.2 FUNCIONES DIGITALES.

1.2.1 MÉTODOS DE MEDIDA.

Hay un número variado de formas de clasificar los métodos. Una forma usual para las medidas eléctricas y electrónicas es la agrupación en tres categorías siguientes:

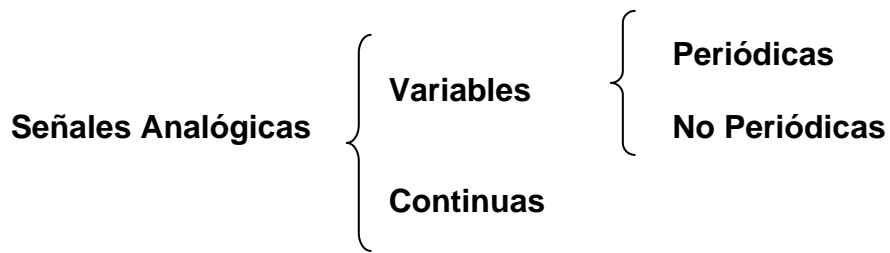
1.2.1.1 Medidas Analógicas.

La cantidad que está siendo medida se controla continuamente y el instrumento utilizado da una respuesta analógica a la cantidad, es decir, la magnitud de la salida del instrumento representa el tamaño de la cantidad que está siendo medida. Un movimiento de un galvanómetro de aguja es un ejemplo de esta clase de instrumentos, la amplitud de la deflexión de ángulo de la aguja está relacionada con la magnitud de la corriente que atraviesa el medidor.

En la representación analógica una cantidad se representa mediante un voltaje, una corriente o un movimiento de un medidor que es proporcional al valor de esa cantidad. Un ejemplo de eso es el velocímetro del automóvil, en el cual el giro de la aguja es proporcional a la velocidad del auto. La posición angular de la aguja representa el valor de la velocidad y la aguja sigue cualquier cambio que ocurra cuando el automóvil acelera o desacelera.

1.2.1.1.1 Señales Analógicas.

Las señales analógicas son aquellas que pueden tomar cualquier valor dentro de unos determinados márgenes y que llevan la información en su amplitud. Las señales analógicas se pueden a su vez clasificar en variables o continuas.



Las señales analógicas variables son aquellas que equivalen a la suma de un conjunto de senoides de frecuencia mínima mayor a cero.

Un caso típico son las señales senoidales de frecuencia constante que representan la información mediante su amplitud, y constituyen un ejemplo de señal analógica periódica.

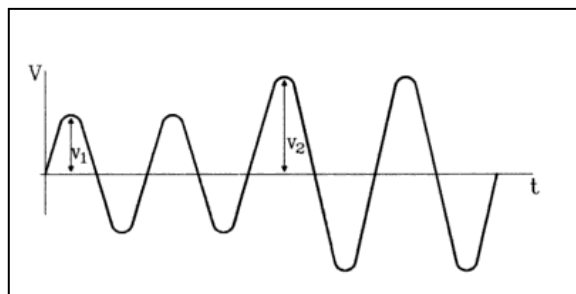


Figura 1.1.- Señal analógico periódica

Las señales analógicas continuas son aquellas que se pueden descomponer en una suma de senoides cuya frecuencia mínima es cero. Se trata de señales que tienen un cierto nivel fijo durante un tiempo indefinido, y que representan también la información mediante su amplitud.

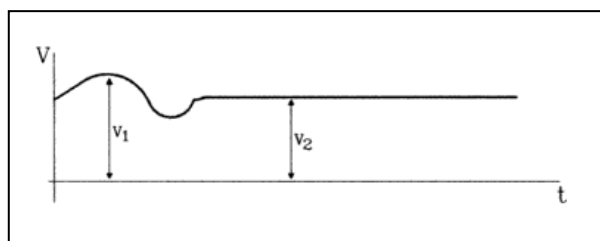


Figura 1.2.- Señal analógico continua

En mundo físico es generalmente analógico y la mayoría de sensores proporcionan señales analógicas.

1.2.1.2 Medidas Comparadas.

La cantidad que esta siendo medida se compara con unos estándares y su valor se da cuando se ha obtenido la igualdad. Un ejemplo simple de esto es el método de sustitución para determinar resistencias. La corriente que pasa a través de una resistencia desconocida se compara con la que pasa a través de una caja de resistencias estándar. La caja de resistencias se ajusta hasta que la corriente es la misma.

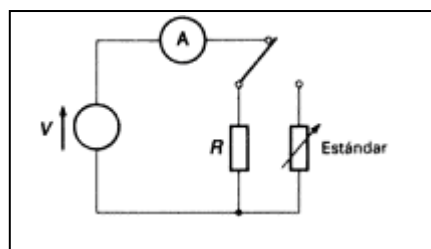


Figura 1.3.- Método de sustitución para resistencia

Otra forma de comparación es el método de cero, donde la diferencia entre la corriente desconocida y la conocida se detecta y se reduce a cero. El método está basado, por tanto, en detectar la condición nula. Ejemplos de esto son los potenciómetros para determinar tensiones y el puente de wheatstone para determinar resistencias.

1.2.1.3 Medidas Digitales.

Con los instrumentos digitales la cantidad que está siendo medida se muestra a intervalos regulares de tiempo y el valor de la muestra se convierte en un número, es decir, una secuencia de dígitos. El voltímetro digital es un ejemplo. Tal instrumento muestra la tensión, convirtiendo la muestra en dígitos, espera un momento y entonces repite el proceso.

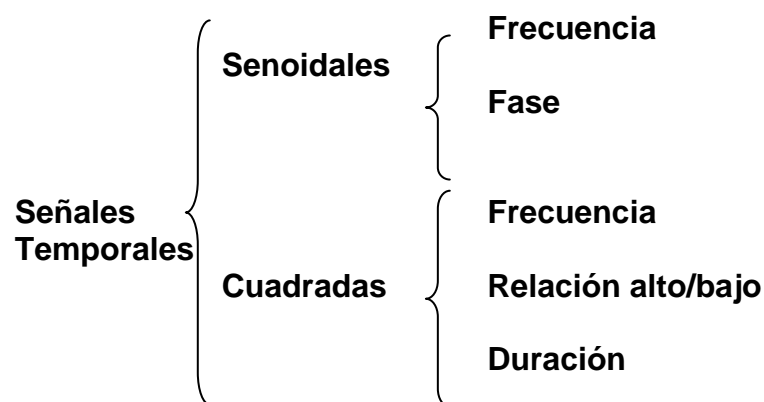
1.2.1.3.1 Señales Digitales.

Las señales digitales son aquellas que sólo toman un número finito de niveles o estados entre un máximo y un mínimo, las más utilizadas son las binarias que sólo pueden tener dos niveles que se asignan a los números binarios 0 y 1. Una variable binaria recibe el nombre de bit.

El formato serie se utiliza para transmitir a distancia una información digital mientras que en paralelo es el utilizado por procesadores digitales.

1.2.1.3.2 Señales Eléctricas Temporales.

Las señales eléctricas temporales son aquellas en las que la información está asociada al parámetro tiempo. Según la forma de la señal y el tipo de parámetro, se clasifican en:



Las señales temporales cuadradas tienen una amplitud fija y un parámetro temporal variables que puede ser:

- “La frecuencia o su inverso al periodo. La información está representada por el valor de cualquiera de ellos.
- La relación uno/cero o alto /bajo. La señal utilizada posee un periodo de duración fija y la información esta contenida en el valor del tiempo durante

el cual la información se encuentra en nivel uno con relación a aquel durante el cual está en nivel cero.

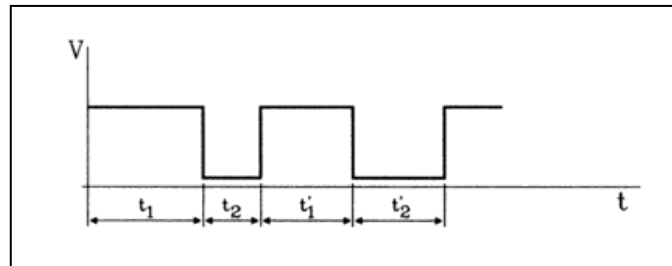


Figura 1.4.- Señal temporal cuadrada

- c. La duración de un impulso que se genera en el instante en que se desea conocer el valor de una variable.

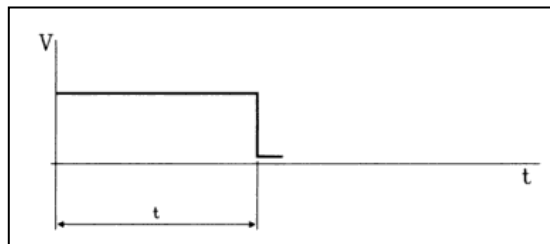


Figura 1.5.- Duración impulso digital

Las señales temporales se utilizan fundamentalmente para transmisión de información a distancia.

Existen circuitos conversores de unos tipos de señales y la transmisión en otra diferente".²

1.3 RELOJ Y TEMPORIZADORES.

Como todas las operaciones lógicas de una máquina sincrónica ocurren en sincronismo con un reloj, éste constituye la unidad básica de temporización del sistema. El reloj debe proveer una forma de onda periódica que se puede utilizar

² Hill Bolton, William Bolton (p.3), *Mediciones y pruebas Eléctricas y Electrónicas*

como señal sincronizadora. La onda cuadrada representada en la siguiente figura es una forma de onda típica de reloj utilizada en un sistema digital.

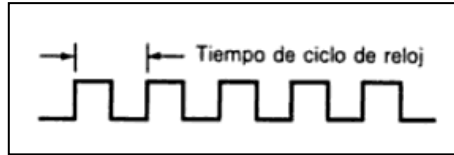


Figura 1.6.- Ciclo de reloj.

Observe que la señal de reloj no tiene que ser forzosamente una onda cuadrada perfectamente simétrica. Puede ser simplemente una serie de impulsos positivos (o negativos) como se muestra en la figura 1.7.

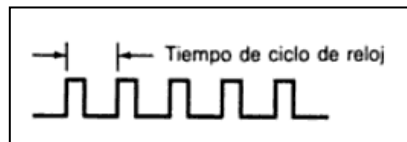


Figura 1.7.- Onda cuadrada asimétrica.

La forma de onda se puede considerar como onda cuadrada asimétrica. El principal requisito es simplemente que la señal de reloj sea perfectamente periódica.

Observe que el reloj define un intervalo básico de temporización durante el cual deben realizar las operaciones lógicas. Este intervalo básico de temporización se define como tiempo de ciclo de reloj y es igual a un periodo de la forma de onda del reloj. Así, todos los elementos lógicos, flip-flops, puertas, etc, deben completar sus transiciones en menos de un tiempo de ciclo de reloj.

La forma de onda de la señal de reloj dibujada encima de la línea de tiempo en la figura 1.8, es la de un reloj perfecto ideal.

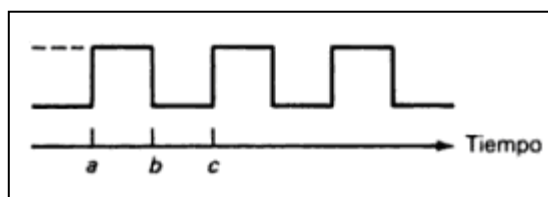


Figura 1.8.- Offset a línea de tiempo.

1.3.1 CARACTERÍSTICAS DE UN RELOJ IDEAL.

Primero, los niveles de del reloj deben ser absolutamente estables. Cuando el reloj (la señal) está alto, el nivel debe mantener un nivel fijo o estacionario de +5V, como se muestra en línea de tiempo entre los puntos a y b. Cuando el reloj está bajo, el nivel debe mantenerse invariable en 0V, como entre los puntos b y c. En la práctica real, la estabilidad del reloj es mucho más importante que el valor absoluto del nivel de tensión.

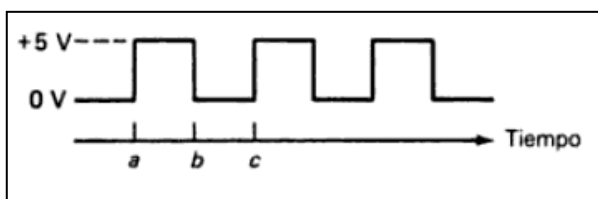


Figura 1.9.- Tiempo de transición

La segunda característica concierne al tiempo necesario para que los niveles del reloj cambien de alto a bajo o viceversa. La transición del reloj desde bajo a alto en el punto a de la figura está indicada por un segmento de recta vertical. Esto implica un tiempo cero, es decir, la transición ocurre instantáneamente, o sea, se requiere un tiempo nulo. Lo mismo es cierto para el tiempo de transición desde alto a bajo en el punto b de la figura siguiente. Así, un reloj ideal tiene un tiempo de transición cero.

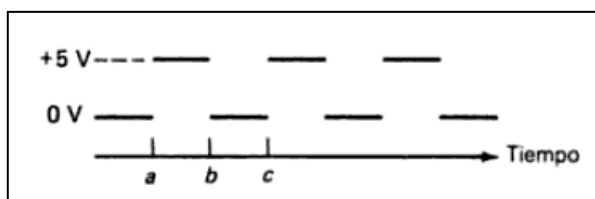


Figura 1.10.- Transición alto a bajo.

La figura 1.11 muestra una porción de forma de onda expandida o prolongada por la reducción del tiempo de barrido, de tal manera que sean visibles los tiempos de transición.

Evidentemente, la transición de la forma de onda del nivel bajo al alto requiere algún tiempo. Esto es lo que se define como tiempo de subida t_r . El tiempo necesario para la transición del nivel, de alto a bajo, se define como tiempo de caída t_f . Se acostumbra a medir los tiempos de caída y de subida desde los puntos correspondientes al 10 y al 90% de la forma de la onda.

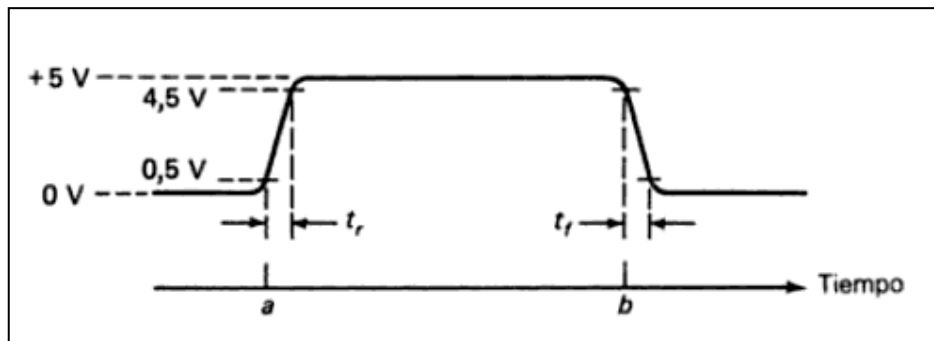


Figura 1.11.- Transición de onda del nivel bajo a alto en un tiempo.

En este caso, un cambio de nivel del 100% es 5V, de modo que el 10% es 0.5V y el 90% es 4,5V. Así pues, el tiempo de subida es el necesario para que el nivel de la forma de onda pase de 0,5 hasta 4,5V, siendo analógicamente el tiempo de bajado lo contrario a lo expuesto.

Finalmente, el tercer requisito que define un reloj ideal es su estabilidad de frecuencia. La frecuencia del reloj debe ser constante o estacionaria en un período específico de tiempo. La estabilidad a corto término puede ser especificada por el requisito de que la frecuencia del reloj (o su período) no puedan variar más de un porcentaje dado en un corto período de tiempo; por ejemplo, algunas horas. Las señales de reloj con estabilidad a corto término se pueden deducir fácilmente de los circuitos electrónicos.

“La estabilidad a largo término corresponde a periodos más largos de tiempo; quizá días, meses o años. Las señales de reloj que tienen estabilidad a largo término son generalmente generadas por circuitos especiales situados en un recinto caliente (usualmente llamado horno) con el fin de garantizar un estrecho control de la temperatura, por lo tanto, de la frecuencia. Tales circuitos pueden

proveer frecuencias de reloj cuyas estabilidades son mejores que algunas milmillonésimas por día”.³

1.4 CONTADORES.

El contador es uno de los subsistemas más útiles y versátiles de un sistema digital. Un contador activado por un reloj se puede utilizar para contar el número de ciclos de reloj, pero puesto que los impulsos de reloj ocurren a intervalos conocidos, el contador se puede utilizar como instrumento de medida del tiempo y, por lo tanto, del periodo o de la frecuencia. Hay básicamente dos tipos diferentes de contadores:

- Síncronos.
- Asíncronos.

El contador asíncrono es sencillo tanto en cuanto a su operación como a su construcción y ordinariamente requiere un mínimo de hardware, pero está sometido a una limitación de velocidad. Cada flip-flop es disparado por el flip-flop que le precede y, en consecuencia, el contador tiene un tiempo de establecimiento acumulativo. También se llama contador serie.

Se puede aumentar la velocidad de operación mediante el uso de un contador en paralelo a síncrono. Aquí cada flip-flop es disparado por el reloj (en sincronismo) y el tiempo de establecimiento es sencillamente igual al tiempo de retardo de un solo flip-flop. El aumento de velocidad se obtiene ordinariamente a costa de aumentar el precio del hardware.

Los contadores series y paralelo se utilizan en combinación para lograr un compromiso entre velocidad de funcionamiento y el costo del hardware. Los contadores series paralelo, o combinaciones de ellos, pueden ser diseñados de tal modo que cada impulso de reloj avance el contenido del contador en una

³ Malvino Albert Paul, Donald P (p.300), *Principios y Aplicaciones Digitales*

unidad; entonces este es un modo de cuenta ascendente. También es posible el modo opuesto; entonces el contador cuenta hacia atrás, o sea, en sentido descendente. Por otra parte, muchos contadores pueden ser borrados o limpiados de manera que cada flip-flop contenga un cero, o reajustando de tal modo que los contenidos de los flip-flops representen el número binario deseado.

1.5 MEMORIAS.

Las memorias son los dispositivos de almacenamiento de datos e instrucciones en una computadora. Llamamos sistema de memoria al conjunto de estos dispositivos y los algoritmos de hardware y/o software de control de los mismos. Por esta razón la información almacenada se distribuye en forma compleja en una variedad de memorias diferentes, con características físicas distintas.

Una de las ventajas importantes de los sistemas digitales sobre los análogos es la capacidad de almacenar grandes cantidades de información por periodos cortos o largos.

1.5.1 MEMORIAS SEMICONDUCTORAS.

La memorización incluye el registro (escritura, entrada de datos), la conservación prolongada (memorización propiamente dicha) y la recuperación y la reproducción (lectura) de datos. Las memorias se pueden fabricar aprovechando los efectos físicos de dos estados diferentes (información binaria) que se pueden generar y reconocer de forma sencilla e inequívoca. En las memorias semiconductoras se establecen los estados técnicos de conmutación “conductor/no conductor” o bien, aprovechando efectos especiales en la capa límite de silicio/óxido de silicio o nitruro de silicio/metal, los estados cargados “cargado/no cargados”. En el futuro también se emplearan memorias magnéticas (FDRAM), que tienen integradas el chip pequeñas zonas ferromagnéticas. En estas memorias se utilizan la dirección del campo magnético para guardar la información.

Las memorias semiconductoras se dividen en los dos grupos principales “memorias volátiles” (transitorias) y “memorias no volátiles” (permanentes). Casi todas se fabrican conforme a la tecnología CMOS.

1.5.1.1 Memorias Volátiles.

“Memorias transitorias, se pueden acceder rápidamente a los datos en posiciones aleatorias para su lectura y descripción, por lo que se denominan RAM (Random Access Memories), su información se pierde al desconectar la tensión de alimentación.

1.5.1.2 Memorias no Volátiles.

Memorias permanentes, conservan la información incluso después de desconectar la tensión de alimentación, por lo que se denominan también memorias de solo lectura o memorias ROM (Read Only Memory)”.⁴

1.5.2 CLASIFICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE MEMORIAS.

A continuación se muestra un cuadro clasificatorio de los distintos tipos de memorias comerciales usadas en variedad de aplicaciones.

⁴ Robert Bosch GmbH, 2005, *Manual de la Técnica del Automóvil BOSCH*, Alemania C.C: Autor

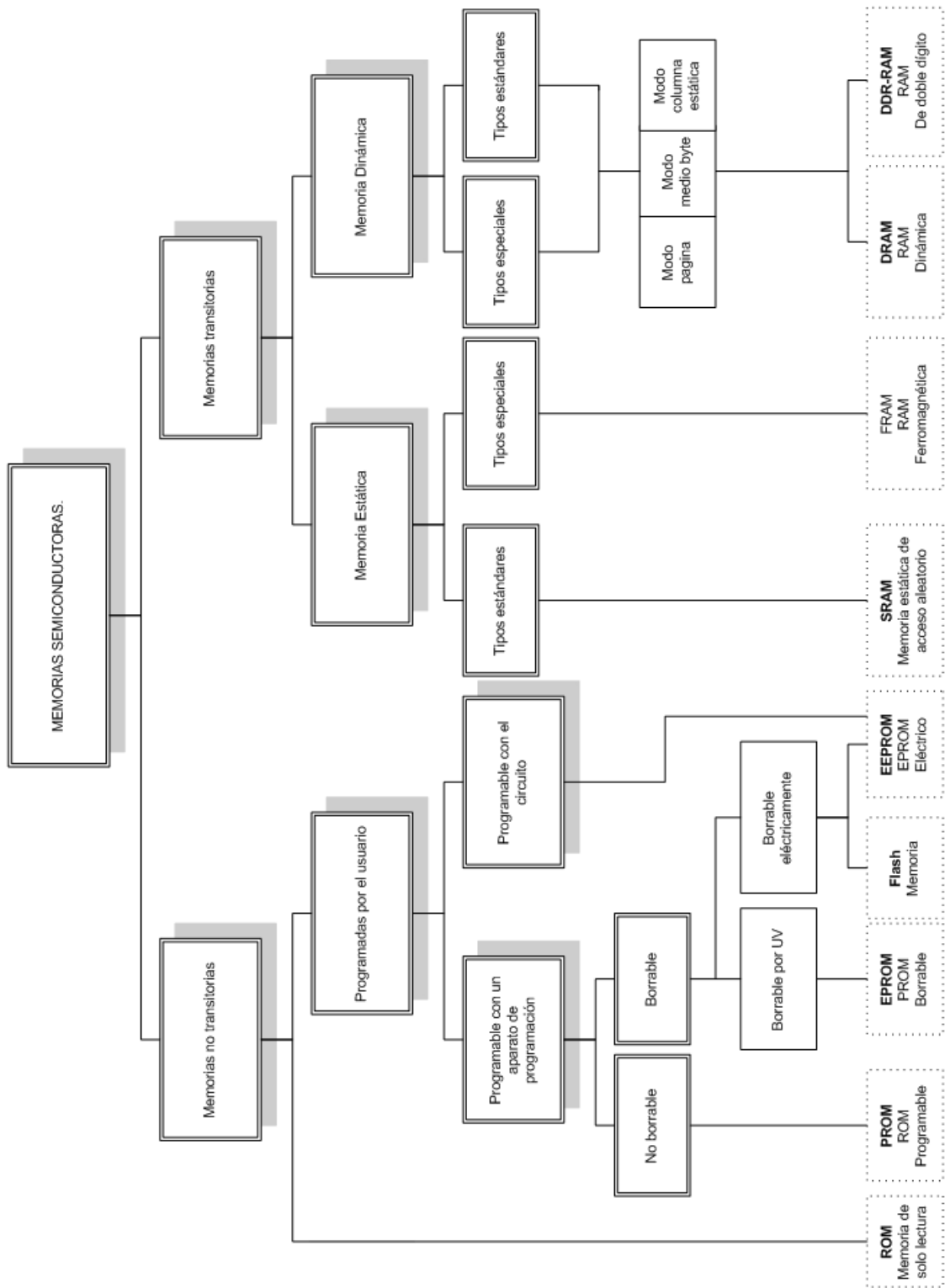


Figura 1.12.- Clasificación de los tipos de Memorias.

1.5.3 MEMORIA DE ACCESO ALEATORIO RAM.

Uno de los tipos de memoria semiconductoras que se usan en electrónica digital es la memoria de acceso aleatorio, conocida también como RAM. Esta es una memoria a la que puede “enseñarse”. Tras el proceso de “enseñanza y aprendizaje” (llamado escritura), la memoria retiene un tiempo la información y ésta información puede ser llamada o “recordada” en cualquier momento, entonces decimos que podemos escribir información (ceros y unos) en la memoria y llamar o leer esta información. La memoria del tipo de acceso aleatorio se llama también memoria de lectura y escritura o memoria a corto plazo.

Una memoria se llama de acceso aleatorio porque permite acceder directamente su contenido, dicho de otro modo, tenemos acceso a cualquier bit (o palabra) en cualquier instante. Simplemente accedemos a la posición de la palabra correspondiente y leemos.

Las memorias de acceso aleatorio no pueden emplearse como memorias permanentes porque pierden los datos cuando se corta la alimentación de corriente a su circuito integrado. Por esta causa se dice que las memorias de acceso aleatorio son memorias volátiles. Las memorias volátiles se emplean para almacenamiento temporal de información.

Podemos considerar la memoria como un conjunto de posiciones, cada una de ellas está formada por una o más celdas o células elementales. El esquema general de una memoria de acceso aleatorio puede verse en la figura siguiente.

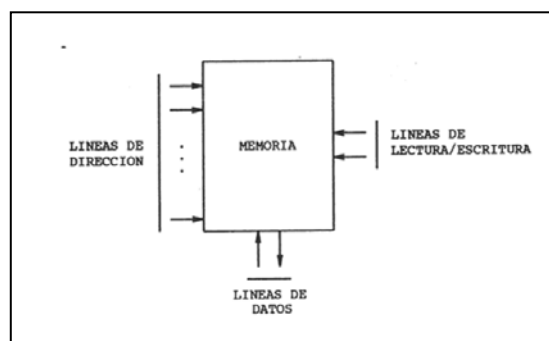


Figura 1.13.- Esquema general Memoria de Acceso Aleatorio.

En la RAM de lectura/escritura consiste en biestables asincrónicos y operan de la siguiente manera:

- Una dirección (conjunto de m bits) se transfiere al registro de direcciones.
- El decodificador de direcciones procesa la dirección y selecciona una posición de memoria.
- La posición seleccionada se lee o escribe en función de las señales de control.
- Si es una lectura, el contenido de la posición seleccionada se transfiere al registro de datos de salida (de n bits). Si es una escritura (para el caso de una RAM de lectura/escritura) se transfiere el registro de datos de entrada (que debe haber sido cargado anteriormente) a la posición seleccionada.

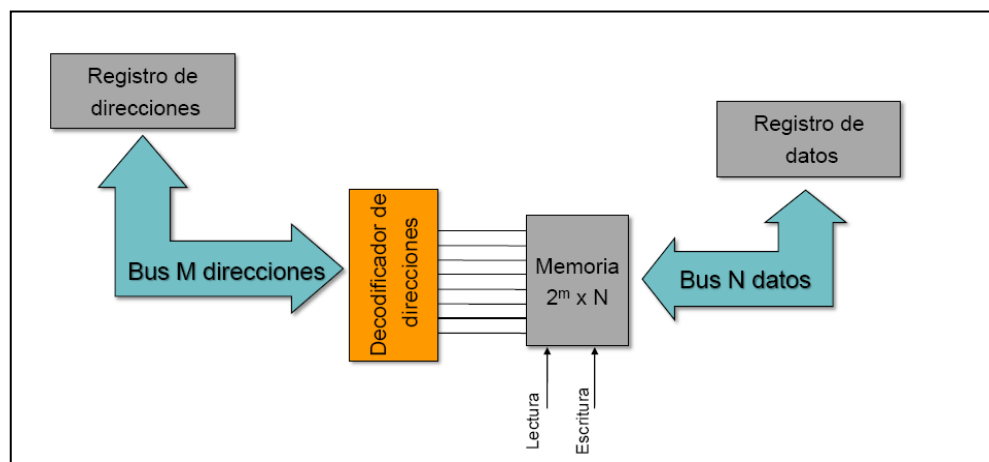


Figura 1.14.- Esquema de funcionamiento de una memoria de Lectura/Escritura

1.5.3.1 TIPOS DE RAM.

1.5.3.1.1 RAM Estática (SRAM).

“Mantienen indefinidamente la información grabada en ella siempre que no se le retire la alimentación. Cualquiera que sea el tipo de memoria RAM estática o dinámica, en general se utiliza para almacenar datos a corto plazo porque estos se pierden al retirarse la alimentación. Las SRAM son más rápidas que las DRAM.

Las SRAM son celdas flip – flops que permanecerán en un estado determinado indefinidamente, siempre y cuando no se interrumpa el suministro de energía al circuito.

En cuanto a la tecnología las memorias RAM estáticas pueden ser construidas con tecnologías bipolares, MOS o BIMOS.

1.5.3.1.2 Memoria de Acceso Aleatorio Ferroeléctricas FRAM.

Utilizan como elemento de memoria el condensador ferroeléctrico, que almacena la información mediante a polarización de un material cristalino que tiene dos estados estables.

Se han implementado memorias FRAM de tiempo de acceso de 70 ns.

1.5.3.1.3 RAM Dinámica (DRAM).

Estas memorias no solo son volátiles sino que también son memorias con refresco, esto es, necesitan que los datos que almacenan sean continuamente escritos para que se pierdan.

Las memorias DRAM pueden almacenar muchos más datos para un mismo tamaño y precio con relación a SRAM, ya que las celdas de memoria de las DRAM son más sencillas y ocupan menos espacio.

Las RAMs dinámicas se fabrican con tecnología MOS y se caracterizan por su gran capacidad, bajos requerimientos de consumo de potencia y velocidad de operación media. La necesidad de refrescar las celdas es una desventaja de las RAM dinámicas cuando se comparan con las RAM estáticas, dado que se requerirá de circuitería de control para la señal de refresco que no requiere de hardware externo extra pero requieren de temporización especial para las entradas de control de CI.

Sin embargo sus mayores capacidades y menores consumos de potencia hacen de la memoria DRAM la opción en sistemas donde las consideraciones de diseño más importantes son el mantener pequeño tanto el tamaño como el costo y el consumo de potencia.

1.5.4 MEMORIAS ALEATORIAS DE SOLO LECTURA ROM.

Forman un grupo de memorias en donde los datos permanecen almacenados de una forma indefinida y permanente”.⁵

1.5.4.1 Tipos de Memorias ROM.

Existen varios tipos de memorias ROM clasificándose según las posibilidades de alterar la información escrita, desde las que son totalmente imposibles hasta que se realiza la modificación de la información de la forma parecida a la RAM.

1.5.4.1.1 ROM de Máscara.

En donde la información se escribe durante el proceso de fabricación y ya no pueden ser cambiados.

1.5.4.1.2 ROM Programable o PROM.

En donde se fabrican sin escribir la información para que así lo haga el usuario. Pero una vez hecha ya no es posible modificarla ni borrarla.

1.5.4.1.3 ROM Programables y Borrables o EPROM (Erase PROM).

Como su nombre lo indican estas memorias pueden eliminarse su contenido mediante diversos procedimientos. Según cual es el procedimiento se clasifican en **UV PROM**, en donde la información puede borrarse aplicando una radiación de

⁵ Luis Gil Sánchez (n.d), *Introducción a la Electrónica Digital*.

rayos ultravioletas (UVA) sobre una ventana que alcanza los transistores de la memoria. Este procedimiento conlleva que sea lento y que haya de separar el dispositivo del circuito donde trabaja.

1.5.4.1.4 El segundo tipo de Memorias EPROM, son las EEPROM.

En donde la información se borrará eléctricamente al aplicar tensión en un terminal específico del dispositivo, esto hace que el borrado sea mucho más rápido y cómodo.

1.5.4.1.5 La memoria FLASH.

Son aquellas cuyo contenido pueden ser alterado por el mismo circuito en que esta siendo utilizado, pero para ello tiene que ser parcialmente borrada en ciertas áreas o bloques. La memoria flash y EEPROM si bien son rápidas cuando se leen, suelen ser muy lentas (para un sistema basado en procesador) en el momento de la escritura.

La segunda clasificación es la tecnología, existen memorias ROM en tecnología bipolar y MOS. Para el caso de memorias EPROM solo pueden estar construidas por MOS.

1.6 MICROCONTROLADORES.

El microcontrolador es un circuito integrado programable que contiene todos los componentes de un computador. Se emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y, debido a su reducido tamaño, suele ir incorporado en el propio dispositivo al que gobierna, esta última característica es la que la confiere la denominación de controlador incrustado.

El microcontrolador es un computador dedicado. En su memoria solo reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada; sus líneas de

entrada/salida soportan el conexionado de los sensores y actuadores del dispositivo a controlar, y todos los recursos complementarios disponibles tienen como única finalidad atender sus requerimientos. Una vez programado y configurado el microcontrolador solamente sirve para gobernar la tarea asignada. El número de productos que funcionan en base a uno o varios microcontroladores aumenta de forma exponencial, se calcula que en el futuro existirán varios centenares de microcontroladores en cada hogar. Una importante industria consumidora de microcontroladores es la de automoción, que lo aplica en los controles de aspectos tan populares como la climatización, la seguridad, los frenos ABS y sus diferentes módulos.

1.6.1 ARQUITECTURA INTERNA.

Un microcontrolador posee todos los componentes de un computador, pero con unas características fijas que no pueden alterarse.

Las partes principales de un microcontrolador son:

1. Procesador.
2. Memoria no volátil para contener el programa.
3. Memoria de lectura y escritura para guardar los datos.
4. Líneas de E/S para los controladores de periféricos:
 - a. Comunicación paralelo.
 - b. Comunicación serie.
 - c. Diversas puertas de comunicación (Bus I²C, USB, etc.)
5. Recursos auxiliares:
 - a. Circuito de reloj.
 - b. Temporizadores.
 - c. Perro guardián (“watchdog”).
 - d. Conversores AD y DA.
 - e. Comparadores analógicos.
 - f. Protección ante fallos de la alimentación.
 - g. Estado de reposo o de bajo consumo.

1.6.1.1 El Procesador.

La necesidad de conseguir elevados rendimientos en el procesamiento de las instrucciones ha desembocado en el empleo generalizado de procesadores de arquitectura Harvard frente a los tradicionales que seguían la arquitectura de von Neumann. Esta última se caracterizaba porque el UPC (Unidad central de proceso) se conectaba con una memoria única, donde existían datos e instrucciones, a través de un sistema de buses.

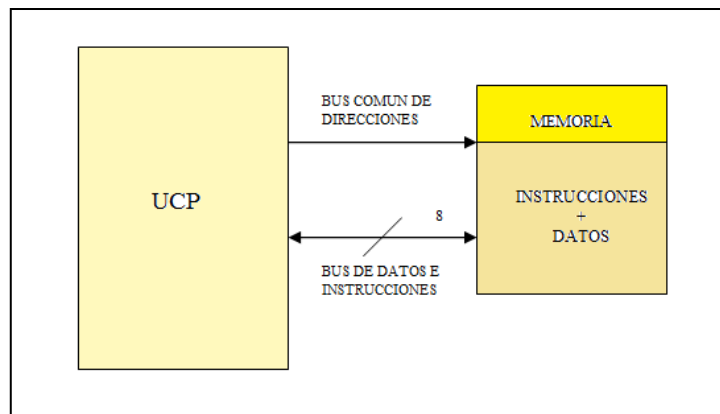


Figura 1.15.- Arquitectura Von Neumann.

En la arquitectura Harvard son independientes la memoria de instrucciones y la memoria de datos y cada uno dispone de su propio sistema de buses para el acceso. Esta dualidad, además de proporcionar el paralelismo, permite la adecuación del tamaño de las palabras y los buses a los requerimientos específicos de las instrucciones y de los datos. También la capacidad de cada memoria es diferente.

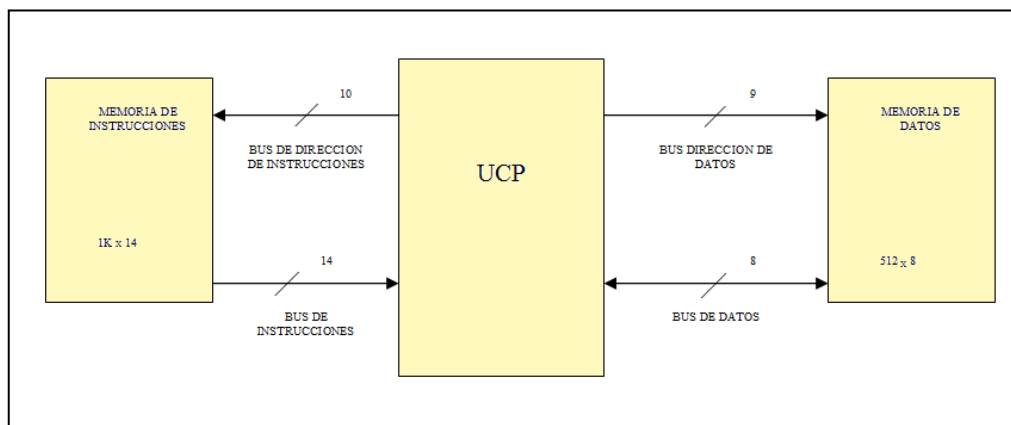


Figura 1.16.- Arquitectura Harvard

El procesador de los modernos microcontroladores responde a la arquitectura RISC (Computadora de juego de instrucciones reducido), que se identifica por poseer un repertorio de instrucciones maquina pequeño y simple, de forma que la mayor parte de las instrucciones se ejecutan en un ciclo de instrucciones.

Otra aportación frecuente que aumenta le rendimiento de computador es el fomento del paralelismo implícito, que consiste en la segmentación del procesador (pipe-line), descomponiéndole en etapas para poder procesar una instrucción diferente en cada una de ellas y trabajar con varias a la vez.

El alto rendimiento y elevada velocidad que alcanzan los modernos procesadores, como el que poseen los microcontroladores PIC, se debe a la conjunción de tres técnicas:

- Arquitectura de Harvard.
- Computador tipo RISC.
- Segmentación.

1.6.1.2 Memoria de Programa.

El microcontrolador está diseñado para que en su memoria de programa se almacenen todas las instrucciones del programa de control. No hay posibilidades de utilizar memorias externas de ampliación.

Como el programa a ejecutar siempre es el mismo, debe estar grabado de forma permanente. Los tipos de memoria adecuados para soportar estas funciones admiten cinco versiones diferentes:

1.6.1.2.1 ROM con Máscara.

En este tipo de memoria en programa se graba en el chip durante el proceso de su fabricación mediante el uso de máscaras. Los altos costos de diseño e

instrumental solo aconsejan usar este tipo de memoria cuando se precisan series muy grandes.

1.6.1.2.2 EPROM.

La grabación de esta memoria se realiza mediante un dispositivo físico gobernado desde un computador personal, que recibe el nombre de grabador. En la superficie de la cápsula del microcontrolador existe una ventana de cristal por la que se puede someter al chip de la memoria a rayos ultravioletas para producir su borrado y empelarla nuevamente. Es interesante la memoria EPROM en la fase de diseño y depuración de los programas, pero su costo unitario es elevado.

1.6.1.2.3 OTP (Programable una vez).

Este modelo de memoria sólo se puede grabar una vez por parte del usuario, utilizando el mismo procedimiento que con la memoria EPROM. Posteriormente no se puede borrar. Su bajo precio y la sencillez de la grabación aconsejan este tipo de memoria para prototipos finales y series de producción cortas.

1.6.1.2.4 EEPROM.

La grabación es similar a la OTP y EPROM, pero el borrado es mucho más sencillo al poderse efectuar de la misma forma que el grabado, o sea, eléctricamente. Sobre el mismo zócalo del grabador puede ser programada y borrada tantas veces como se quiera, lo cual lo hace ideal en la enseñanza y la creación de nuevos proyectos.

Aunque se garantiza 1000000 de ciclos de escritura/borrado en una EEPROM, todavía su tecnología de fabricación tiene obstáculos para alcanzar capacidades importantes y el tiempo de escritura de las mismas es relativamente grande y con elevado consumo de energía.

1.6.1.2.5 FLASH.

Se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar en circuito al igual que la EEPROM, pero suelen disponer de mayor capacidad que estas últimas. El borrado solo es posible con bloques completo y no se puede realizar sobre posiciones concretas. El la FLASH se garantiza 1000 ciclos de escritura/borrado.

Son muy recomendables en aplicaciones en las que sea necesario modificar el programa a lo largo de la vida del producto, como consecuencia del desgaste o cambios de piezas, como sucede con los vehículos.

Por sus mejores prestaciones está sustituyendo a la memoria EEPROM para contener instrucciones.

1.6.1.3 Memorias de Datos.

Los datos que manejan los programas varían continuamente, y esto exige que la memoria que les contiene deba ser de lectura y escritura, por lo que la RAM estática (SRAM) es la más adecuada, aunque sea volátil.

Hay microcontroladores que también disponen como memorias de datos una de lectura y escritura no volátil, del tipo EEPROM. De esta forma, un corte en el suministro de la alimentación no ocasiona la pérdida de la información, que está disponible al reiniciarse el programa.

1.6.1.4 Líneas de E/S para los Controladores de Periféricos.

A excepción de dos patitas destinadas a recibir la alimentación, otras dos para el cristal de cuarzo, que regula la frecuencia de trabajo, y una más para provocar el reset, las restantes patitas de un microcontrolador sirven para soportar su comunicación con los periféricos externos que controla.

Las líneas de E/S que se adaptan con los periféricos manejan información en paralelo y se agrupan en conjuntos de ocho, que reciben el nombre de puertas. Hay modelos con líneas que soportan la comunicación en serie; otros disponen de conjuntos de líneas que implementan puertas de comunicación para diversos protocolos, como I²C, el USB, etc.

1.6.1.5 Recursos Auxiliares.

Según las aplicaciones a las que orienta el fabricante cada modelo de microcontrolador, incorpora una diversidad de complementos que refuerzan la potencia y la flexibilidad del dispositivo. Entre los recursos más comunes se citan los siguientes:

- a. **Circuito de reloj.-** encargado de generar los impulsos que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.
- b. **Temporizadores.-** orientados a controlar tiempos.
- c. **Perro guardián (watchdog).-** destinado a provocar una reinicialización cuando el programa queda bloqueado.
- d. **Conversores AD y DA.-** para poder recibir y enviar señales analógicas.
- e. **Comparadores analógicos.-** para verificar el valor de una señal analógica.
- f. **Sistema de protección ante fallos de la alimentación.**
- g. **Estado de reposo.-** en el que el sistema queda congelado y el consumo de energía se reduce al mínimo.

1.7 ELECCIÓN DE MICROCONTROLADOR.

Para la realización de este proyecto de tesis vamos a utilizar dos tipos de microcontroladores:

- a. Microcontrolador 16F628A.
- b. Microcontrolador 16F877A.

Se han elegido estos microcontroladores debido a sus características, desempeño, número de E/S, memorias, velocidades, etc, las cuales se detallarán posteriormente.

1.7.1 PIC 16F628.

1.7.1.1 Características.

Este PIC posee las siguientes características:

- CPU RISC de alto desempeño.
- Sólo contiene 35 instrucciones para aprender.
- Todas las instrucciones de un solo ciclo (200 ns), a excepción de ramas del programa que son de dos tiempos.
- La velocidad de funcionamiento:
 - DC - 20 MHz entrada de reloj.
 - DC - 200 ns ciclo de instrucción.
- Capacidad de interrupción.
- 16 funciones especiales de registros de hardware.
- 8 nivel de hardware Deep Sleep.
- Modos de direccionamiento directos, indirectos y relativos.

1.7.1.2 Características periférica:

- 15 pines I/O con la dirección de control individual.
- Módulo comparador analógico con:
 - Dos comparadores analógicos.
 - Módulo de referencia de tensión programable (VREF).
- Entradas programables de un dispositivo de multiplexación y referencia de tensión interna.
- Salidas de comparación accesible desde el exterior.
- Timer 0: contador temporizado de 8-bit con escalador de 8-bit.

- Timer1: contador 16-bit con cristal externo / capacidad de reloj.
- Timer2: contador 8-bit con registro de 8-bit y escalador superior e inferior.
- Módulo para Captura, Comparación, PWM (CCP).
- La captura es de 16-bit, resolución máxima de 12,5 ns.
- La comparación es de 16-bit, resolución máxima de 200 ns.
- Resolución máxima del PWM es de 10-bits.
- Universal síncrono / Receptor asíncrono / Transmisor USART / SCI.
- 16 bytes de memoria RAM común.

1.7.1.3 Tecnología CMOS:

- Tecnología de Baja potencia, alta velocidad CMOS FLASH.
- Diseño completamente estático.
- Amplio rango de tensión de funcionamiento:
 - PIC16F628 - 3.0V a 5.5V.
- Rango de temperatura extendida tanto comerciales e industriales.
- Bajo consumo de energía:
 - <2,0 mA 5.0V, 4,0 MHz.
 - 15µA típicos a 3.0V, 32 kHz.
 - <1,0 mA corriente de espera típica a 3.0V de espera.

1.7.1.4 Circuito

En la figura 1.17 se muestra la distribución de los pines del microcontrolador 16F628

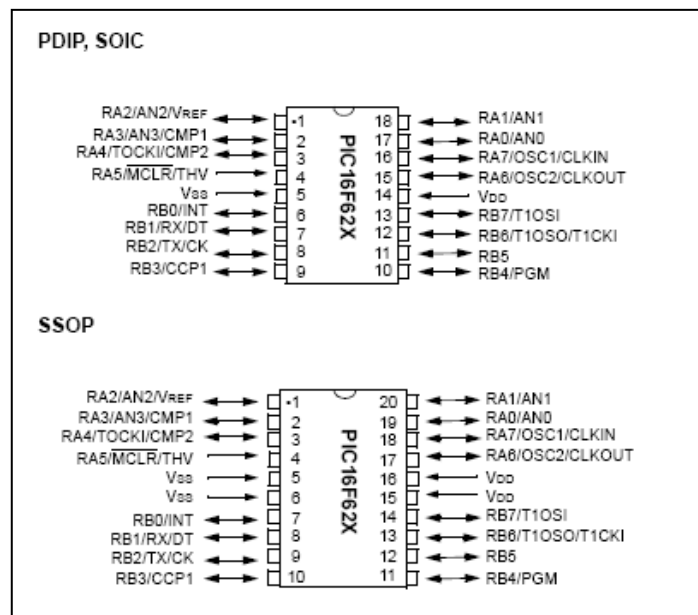


Figura 1.17.- PIC 16F628A.

1.7.2 PIC 16F877

1.7.2.1 Características.

“El PIC 16F877 tiene las siguientes características:

- CPU RISC de alto desempeño.
- Solo contiene 35 instrucciones de palabra única.
- Todas las instrucciones de un solo ciclo, excepto para los saltos que son de dos ciclos.
- Velocidad de operación de: DC – 20 MHz.
- Ciclo de instrucción de DC a 200 ns.
- Hasta 8K x 14 palabras de memoria de programa Flash.
- Hasta 368 x 8 bytes de memoria de datos (RAM).
- Hasta 256 x 8 bytes de memoria de datos EEPROM.
- Pines compatibles a otros microcontroladores PIC16CXXX y PIC16FXXX”.⁶

⁶ Ing. Eddie Galarza Z. MsC, *Microcontroladores, CC*;:Autor

1.7.2.2 Funciones Periféricas.

- Timer0: Contador temporizador de 8-bits con escalador de 8 bits.
- Timer1: Contador temporizador de 16-bits con escalador que puede incrementarse durante el modo "Sleep" mediante una señal de reloj externa.
- Timer2: Contador temporizador de 8-bits con un registro de 8 bits y escalador superior e inferior.
- Dos módulos para Captura, Comparación y PWM.
- La Captura es de 16 bits, resolución máxima de 12.5 ns.
- La Comparación es de 16 bits, resolución máxima de 200 ns.
- Resolución máxima del PWM es de 10 bits.
- Puerto Serial Sincrónico (SSP) con SPI™ (Modo maestro) y I2C™ (Maestro/Esclavo).
- Receptor Sincrónico – Asincrónico Universal.
- Transmisor (USART/SCI) con detección de direcciones de 9 bits.
- Puerto Paralelo Esclavo (PSP) de 8 bits con controles externos para RD, WR y CS (solo en los micros de 40 y 44 pines).
- Circuito de detección de fallas eléctricas para reinicialización (BOR).

1.7.2.3 Funciones Análogas.

- Conversor Analógico digital (A/D) de 10 bits, de hasta 8-canales.
- Reinicialización por falla de energía (BOR).
- Módulo de comparación analógico con:
 - Dos comparadores analógicos.
 - Módulo de voltaje de referencia programable (VREF).
- Entradas multiplexadas programables por las entradas de las señales y el voltaje de referencia interno.
- Salidas accesibles de los comparadores.

1.7.2.4 Funciones Especiales de los Microcontroladores.

- Memoria de programa Flash mejorada de 100,000 ciclos de lectura escritura.
- Memoria de datos EEPROM mejorada de 1,000,000 de ciclos de lectura escritura.
- Retención de los Datos de la memoria EEPROM mayor a 40 años.
- Auto reprogramable bajo control de software.
- Programación serial en el circuito mediante dos pines (ICSP™).
- Fuente de programación de 5V única en la programación serie en el circuito.
- Temporización de Perro guardián (WDT) con su propio oscilador RC integrado en el circuito.
- Protección de código programable.
- Modo Sleep para bajo consumo.
- Opciones seleccionables para el modo de operación del oscilador.
- Depuración de programas en el circuito (ICD) mediante la introducción de señales mediante dos pines.

1.7.2.5 Tecnología CMOS.

- Bajo consumo de energía, alta velocidad con tecnología Flash/EEPROM.
- Diseño totalmente estático.
- Amplio rango de voltaje de operación (2.0V a 5.5V).
- Rango de temperaturas de trabajo comercial e industrial.

1.7.2.6 Circuito.

En la figura 1.18 se muestra la distribución de los pines del microcontrolador.

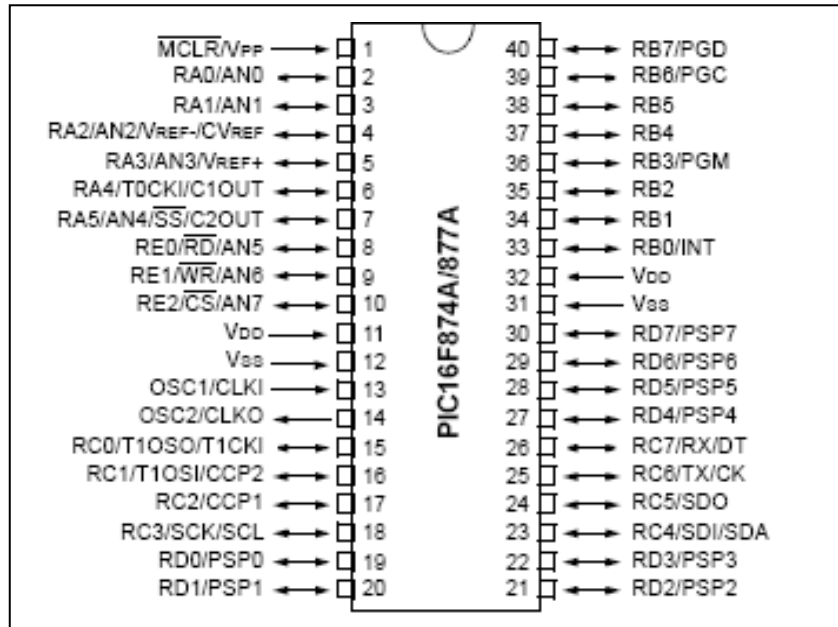


Figura 1.18.- PIC 16F877A

CAPÍTULO II

REDES DE COMUNICACIÓN.

2.1 REDES Y MULTIPLEXADOS.

Los requisitos que tienen que cumplir los numerosos subsistemas específicos de un vehículo en cuanto al funcionamiento, la seguridad, el respeto al medio ambiente y el confort solo se puede garantizar con la ayuda de sistemas de control y regulación sofisticados.

Los vehículos actuales están equipados con un gran número de unidades de control electrónicas que precisan de un intercambio permanente de datos e información para cumplir sus funciones.

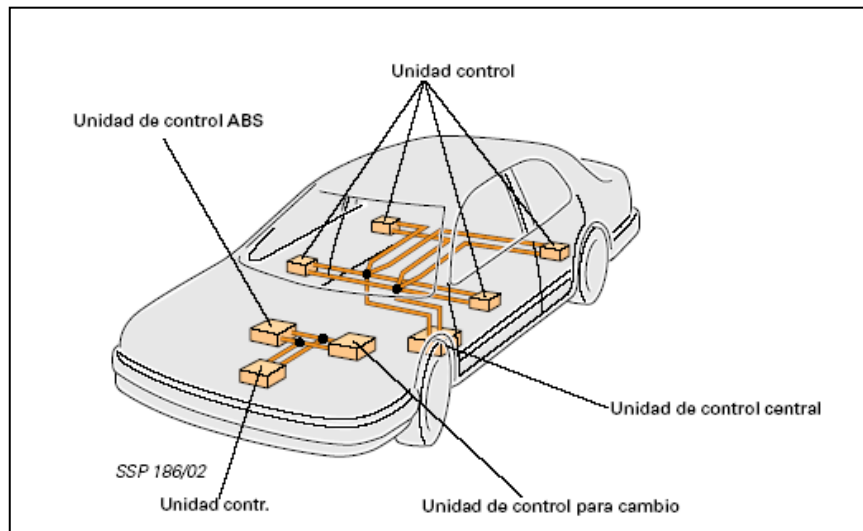


Figura 2.1.- Perspectiva de la utilización de redes en un vehículo.

El intercambio de información entre las unidades de control tiene lugar originalmente por medio de cables individuales. Pero este tipo de conexiones punto a punto solo puede aplicarse con éxito para un número limitado de señales. La introducción de redes de comunicación para la transmisión serial de

información y datos entre las unidades de control aplicables al automóvil amplía las posibilidades de transmisión y representan el perfecto funcionamiento lógico de “microordenadores” autárquicos en el vehículo.

El método convencional consiste en organizar por medio de líneas de datos individuales asignadas por lo que choca con los límites de lo posible. Por un lado la complejidad del mazo de cables lo hace casi imposible de manipular y por otro lado, el número limitado de patillas de los conectores se convierte en una restricción para el desarrollo de las unidades de control. La solución reside en el empleo de sistemas bus seriales especiales y compatibles con los vehículos, entre los cuales se ha establecido el CAN como un estándar.

Las redes de comunicación y su esquema constructivo – la arquitectura de redes – representan uno de los componentes más importantes para la realización de sistemas electrónicos modernos en el vehículo.

Por otro lado, se ha comprobado que la causa principal de fallos en la electrónica de un automóvil tiene su origen en el cableado entre unidades de control y sensores y actuadores; las estadísticas hablan de más de un 50% de averías de este tipo. La clave no está en la calidad de las conexiones sino en el elevado número de ellas que hace que la fiabilidad total se reduzca. Así pues, una reducción en el cableado y una mejor distribución del mismo permitiría disminuir los tiempos de montaje, mejoraría la fiabilidad de los sistemas electrónicos (menos conexiones), facilitaría el mantenimiento y añadiría flexibilidad; y todo esto sin duda influiría positivamente sobre los costos de producción.

2.2 TIPOS DE CONFIGURACIÓN DE REDES.

“Las redes de aplicación automotrices presentan diferentes configuraciones de acuerdo al fabricante o la marca del auto, al diseño de su electrónica y a la ubicación de los diferentes componentes instalados en el automóvil”.⁷

⁷ AUGUERI FERNANDO (2007), *Redes y Multiplexados lección 10*, Miami CISE Electronics, CC.: Autor.

2.2.1 CONFIGURACIÓN PUNTO A PUNTO.

Es la más sencilla de las configuraciones de una red, esta se encuentra compuesta únicamente por dos módulos, no posee uniones ni conexiones, este tipo de red puede utilizar uno o dos cables trenzados. Un ejemplo claro de una red punto a punto es la comunicación entre el PCM y el scanner de diagnóstico.



Figura 2.2.- Red Punto a Punto.

2.2.2 CONFIGURACIÓN EN ANILLO.

Este tipo de configuración hace parte de redes más grandes en las cuales se encuentran entre 4 y 20 módulos, presenta la ventaja de la redundancia con la cual si el canal se abre, la información puede viajar en otra dirección y llegar a otros módulos, es decir, la información es bidireccional.

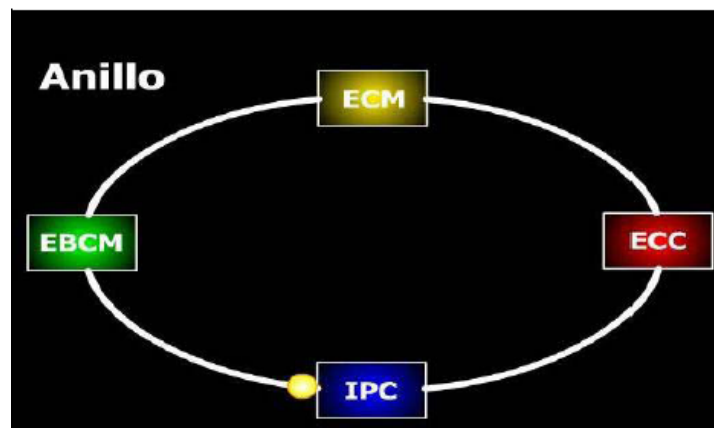


Figura 2.3.- Red tipo Anillo

2.2.3 CONFIGURACIÓN EN ESTRELLA.

Una de las ventajas importantes de este tipo de configuración es su estructura muy centralizada, con lo cual si algo ocurre en la conexión de un módulo o en el módulo, dejará afuera sólo ese componente.

Una de las desventajas principales es la existencia de un nodo central, con lo cual se genera una gran cantidad de cableado desde cada uno los módulos hasta este nodo, aquí se encuentran todas las uniones, por lo que se lo denomina nodo maestro.

El método usado para la interconexión de los módulos es a través de un solo cable.

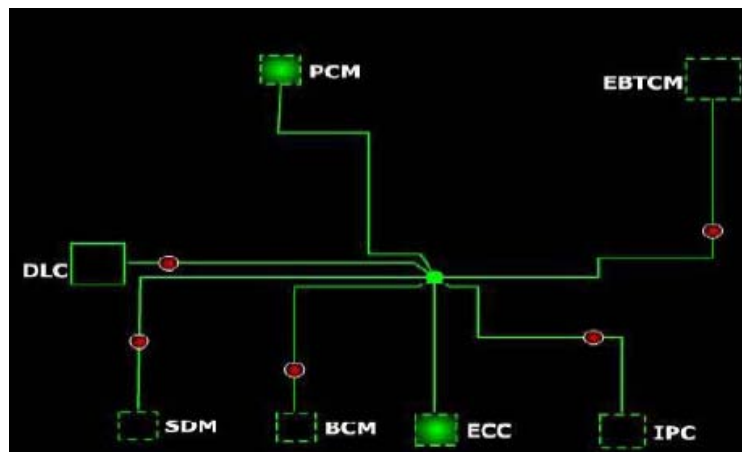


Figura 2.4.- Red tipo Estrella.

2.2.4 CONFIGURACIÓN LINEAL.

Esta configuración presenta una ventaja muy importante que es la mínima cantidad de cable para la red, también se hace muy fácil establecer una ruta del alambrado a lo largo del vehículo y no requiere ningún tipo de orden en la lectura de los datos por parte de cada uno de los módulos.

Una evidente desventaja es que cuando se rompa el cable de comunicación quedaran deshabilitados los módulos desde la ruptura hasta el final de la red y que posee muchos nodos por los que puede ingresar ruido eléctrico.

El método usado para la conexión es uno o dos cables trenzados.

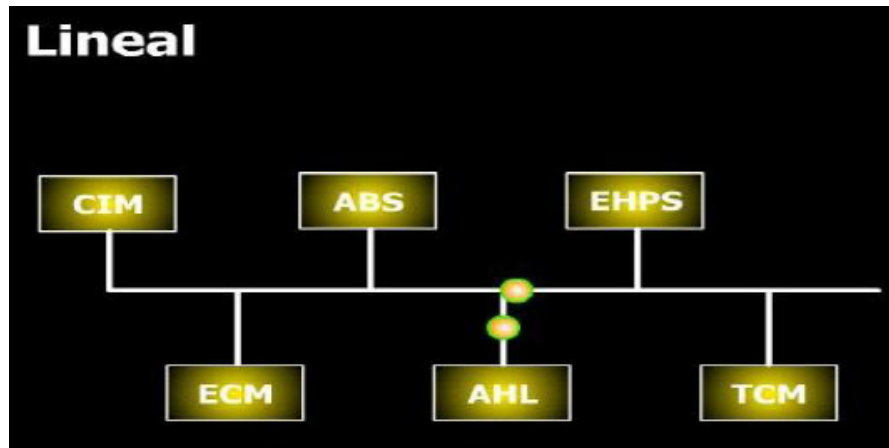


Figura 2.5.- Red Lineal

2.2.5 CONFIGURACIÓN DAISY CHAIN.

Este tipo de red es la más utilizada por los fabricantes de automóviles, posee una estructura sencilla permitiendo tener una red con el menor número de nodos posibles, brindando una gran seguridad al poseer dos canales con la misma información.

Como desventaja se puede tener que en el eventual caso de ruptura de la cadena de comunicación, varios módulos pueden quedar fuera de servicio. Otro aspecto que hace parte de las desventajas, es que si alguno de los módulos es desconectado, la red queda interrumpida en ese punto.

El medio usado es dos cables trenzados en toda la red.

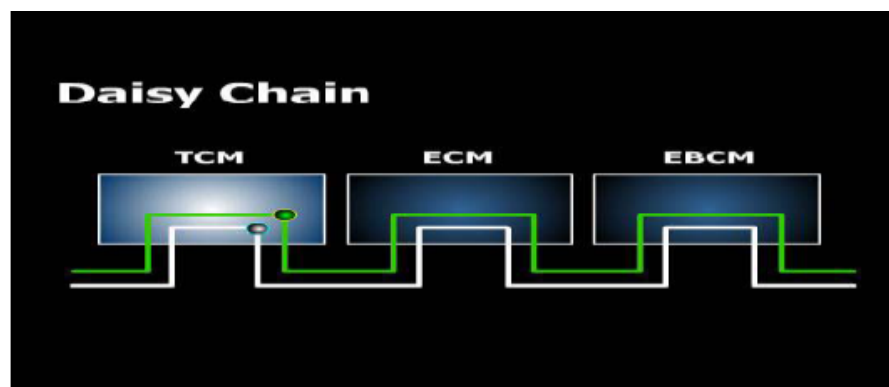


Figura 2.6.- Red Daisy Chain.

2.2.6 CONFIGURACIÓN MAESTRO- ESCLAVO.

En las redes de comunicación de los automóviles existen casos en los cuales hay una comunicación entre módulos, pero uno de estos módulos debe tener comunicación con la red principal y los otros módulos actuarán bajo los requerimientos del módulo que se encuentra conectado en la red.

El módulo que se encuentra conectado en la red se llamará maestro y el o los módulos que se encuentren conectados a este siguiendo las instrucciones del maestro se llamarán esclavos.



Figura 2.7.- Red Maestro Esclavo.

2.3 CONFIGURACIÓN COMPUERTA O GATEWAY.

Un gateway sirve para realiza la conversión de la comunicación de un protocolo a otro. En dicha conversión, se intenta que la aplicación se comuniquen a través del gateway con la menor influencia.

En los diferentes sistemas multiplexados de los automóviles se van a encontrar configuraciones de red independientes las cuales tienen su propio protocolo de comunicación y velocidad de transmisión de datos como también su arreglo ya sea por un cable, por 2 cables, etc.

Pero como al final entre todos los sistemas debe existir una comunicación se hace necesario que una configuración independiente se comunique con otra configuración diferente para esto se utiliza un módulo compuerta, el cual va servir de unión entre 2 ó más redes independientes en el mismo automóvil.

Este módulo compuerta (GATEWAY), debe manejar tantos protocolos de comunicación como redes este comunicando, pero muchas veces el gateway no trabaja para ninguna de las redes que enlaza puede ser un módulo que no tiene nada que ver con la gestión de las redes que comunica, simplemente traduce los mensajes.

En la figura 2.8 se observa un ejemplo de GATEWAY, la primera red (Sombreada verde), tiene una configuración lineal y un protocolo de comunicación CAN con una velocidad de 500 Kb/s entre los módulos que interconecta. Esta por ejemplo el Engine control module ECM y el TCM transmisión control module y en la segunda red se presenta una configuración anillo con un protocolo de comunicación MOST con velocidad de 25 Mb/s, mucho más rápida que la anterior.

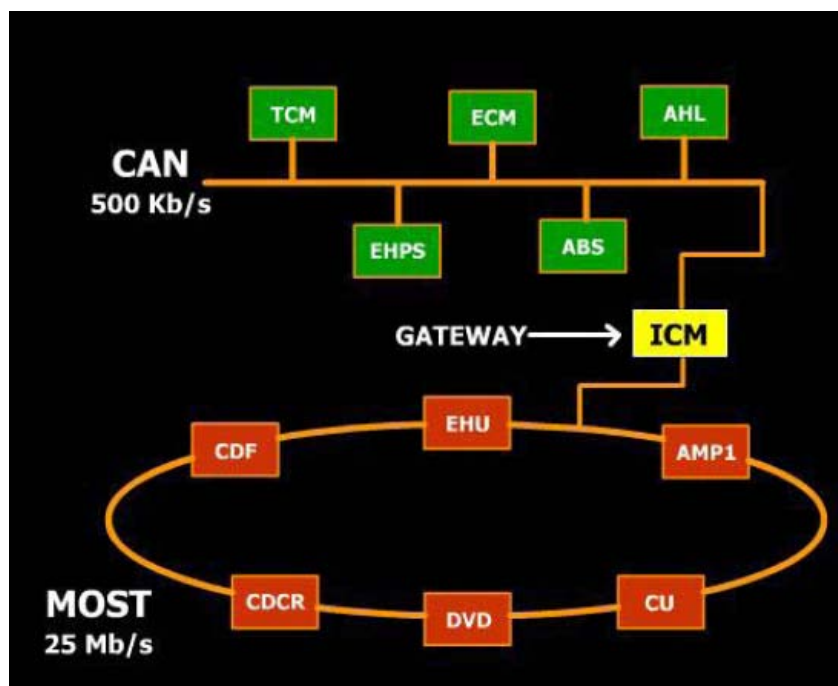


Figura 2.8.- Gateway

En esta red se puede ver DVD módulo reproductor de video y también el CDCR módulo reproductor de sonido, esta red hace parte del confort del automóvil, pero aunque pareciese que no tienen nada en común o que requerirían comunicación alguna dado sus diferencias de aplicación en el auto estos elementos tienen cosas en común, por ejemplo, el sistema de confort en su reproductor de música aumenta la intensidad del sonido a medida que el automóvil incrementa la velocidad. Pero la velocidad del automóvil medida por el VSS (Vehicle speed sensor), es tomada por el ECM y colocada como mensaje en la primera red sombreada en verde. Ahora si la segunda red quisiera leer esta información no podría tomarla directamente puesto que las velocidades de comunicación son muy diferentes lo cual cambia completamente el protocolo. Para esto usa un módulo que hace las veces de GATEWAY el cual se denomina ICM.

Este módulo, no hace parte de ninguna de las dos configuraciones de red, solamente actúa como un traductor para que las dos redes puedan comunicarse.

2.4 MODOS DE ENERGÍA.

Una de las nuevas funciones del multiplexado es el sistema Modo Energía, con el cual un módulo es denominado Maestro de Energía y su principal función es recibir las diferentes señales del interruptor de encendido e informarla a los demás módulos para que inicien o concluyan sus operaciones, es decir que ya no hace falta en algunos casos un cable que coloque el positivo de contacto al módulo, si no que este requerimiento viene dado por un mensaje que coloca en la red el módulo maestro de energía para que los demás módulos comiencen o terminen sus operaciones.

Cuando el módulo maestro de energía recibe el cambio por parte del interruptor de encendido, este puede tomar un tiempo en enviar las señales a los demás módulos para esperar que terminen sus funciones, así un módulo que ya termino sus funciones puede pasar a la posición sleep (dormir) y ahorrar energía para el auto.

Por lo general el módulo maestro de energía puede tomar varios positivos de contacto, esto no solo los usa para conocer el estado del interruptor, sino también para poder tener plena seguridad de esta operación, de lo contrario procederá a diagnosticar un código referente a este aspecto.

Con un equipo de diagnóstico como el scanner se puede verificar cual de los módulos se encuentra activo o inactivo una vez que el contacto va a OFF, otra opción puede ser colocar en modo dormir, de esta forma se pueden diagnosticar muchas funciones de la RED.

2.5 LÍNEAS DE COMUNICACIÓN Y DATOS SERIADOS.

Existen muchos tipos de sistemas en los cuales se enlazan varios módulos conformando una red, las cuales se configuran de acuerdo con sus disposiciones como anillo, estrella, etc.

Cada comunicación requiere un protocolo, estos protocolos van de acuerdo al año de fabricación del automóvil y también del requerimiento de velocidad de comunicación. A medida que aumentan las necesidades de transmisión de datos a alta velocidad aparecen nuevos protocolos que permiten lograr estos enlaces.

Algunos de los puntos a tener en cuenta por los fabricantes para diseñar sistemas de comunicación son los siguientes:

2.5.1 CONFIGURACIÓN.

De acuerdo al arreglo de los módulos, cambia el protocolo, si están en anillo la información entra a cada uno de los módulos y sale, cada módulo toma lo suyo, pero si se encuentran en configuración en estrella, la información llega a cada uno de los módulos y cada uno leerá lo que le corresponda.

2.5.2 TRANSMISIÓN DE DATOS EN BITS.

De acuerdo a cada requerimiento de configuración se hace necesario velocidades mínimas para que puedan llegar los mensajes a tiempo, por ejemplo una configuración de red que contenga módulos de Air Bag, maneja más velocidades que la red que contenga los módulos de puertas, puesto que es mucho más importante la velocidad de comunicación en el caso de airbag. Algunas redes modernas utilizan velocidades hasta de 500 Kb/s.

2.5.3 APLICACIÓN.

En casos especiales las redes están diseñadas para manejar datos muy específicos, por ejemplo una red multimedia, aparte de manejar mensajes muy independientes utiliza aplicaciones de acuerdo al fabricante lo que pueden cambiar de modelo a modelo. Esto lleva a redes muy veloces y con medios de transmisión diferentes a los demás medios de las redes del vehículo.

2.5.4 MEDIO DE TRANSMISIÓN.

El medio de transmisión puede estar realizado por medio de cableado convencional, o en algunos casos se utilizan materiales especiales como la fibra óptica, ejemplo redes MOST de GM. La fibra óptica utiliza luz como emisor y receptor, de esta forma se hace muy liviana la transmisión y muy veloz, en estos sistemas una reparación requiere cambio completo del conductor.

2.5.5 NÚMERO MÁXIMO DE COMPUTADORAS DISPONIBLES A ENLAZAR.

El número máximo de módulos enlazados es importante porque la señal bajando de acuerdo al recorrido del cableado, las señales van teniendo caídas de tensión en el cableado y el tema de tren de pulsos es muy importante porque cada módulo debe recibir señales muy correctas respecto a la amplitud y frecuencias.

2.5.6 MEDIO UTILIZADO PARA ENLAZAR LOS MÓDULOS.

En las configuraciones de las redes hay casos en los cuales se requieren de un medio especial como por ejemplo dos cables, redes con protocolos CAN utilizan por ejemplo dos conductores en los cuales manejan trenes de pulsos iguales en amplitud y frecuencia pero inversos en sentido de tensión, con lo cual hay una línea de respaldo de mensaje.

2.6 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.

El sistema de multiplexado requiere de unos protocolos de comunicación, es decir, el lenguaje de comunicación y las normas de transmisión creados hasta ahora se basan en Buses de comunicación clasificados en tres niveles o categorías según el grado que se requiere de fiabilidad, rapidez y complejidad.

Así, el primer nivel agrupa las funciones de iluminación, cierre de puertas o el alza cristales, en el segundo nivel se hallan los equipos de instrumentación e indicadores y en el tercer nivel se agruparán las funciones de control, en tiempo real, de dispositivos tales como gestión electrónica del motor, alimentación y encendido, antibloqueo de frenos o suspensión activa.

CAN, o CAN Bus, es la forma abreviada de Controller Área Network es un bus de comunicaciones serial para aplicaciones de control en tiempo real, con una velocidad de comunicación de hasta 1 Mbit por segundo, y tiene excelente capacidad de detección y aislamiento de errores. Es decir, esta es la mejor y más nueva tecnología actual en los vehículos. De hecho, varios fabricantes de vehículos desde el 2003, incluidos Toyota, Ford, Mazda, Mercedes Benz, BMW y otros ya tienen instalado este sistema. Del mismo modo que OBD 2 fue obligatorio para todos los vehículos desde 1996, el CAN Bus será de instalación obligatoria en todos los vehículos a partir de 2008.

Este sistema emplea dos cables en los cuales viajan dos señales exactamente iguales en amplitud y frecuencia pero completamente inversas en voltaje los módulos con estos dos pulsos identifica el mensaje, pero también tiene opciones de mantener la red activa aunque falle uno de los cables de comunicación.

Durante varios años, los fabricantes de automóviles solamente han tenido la opción de elegir entre cuatro protocolos de comunicación: ISO 9141, J1850PWM, J1850VPW, KWP 2000 / ISO 14230-4. El sistema CAN proporcionó a los fabricantes de automóviles una nueva conexión de alta velocidad, normalmente entre 50 y 100 veces más rápida que los protocolos de comunicación típicos, y redujo el número de conexiones requeridas para las comunicaciones entre los sistemas.

Al mismo tiempo, CAN proporcionó a los fabricantes de herramientas de diagnóstico una manera de acelerar las comunicaciones entre el vehículo y su herramienta. El diagnóstico se ve muy beneficiado ya que la mayor velocidad de comunicación les permitirá en el futuro, a través de su herramienta de escaneo, ver datos casi en tiempo real, tal como ahora ven datos de sensores con sus scanners.

El estándar CAN ha sido incorporado a las especificaciones de OBD II por el comité de la International Standards Organization (ISO) y está especificado bajo la norma ISO 11898 (Road Vehicles - Controller Area Network) y definido en los documentos de ISO 15765 (sistemas de diagnóstico de vehículos). El California Air Resources Board (CARB) acepta estas normas de ISO debido a que contribuyen a cumplir con su misión de regular y reducir las emisiones de los vehículos. Desde 2003, varios fabricantes de automóviles ya han implementado la nueva norma en sus vehículos, pero CARB requiere que para 2008, todos los modelos de vehículos vendidos en los Estados Unidos deberán cumplirlo.

2.6.1 CAN (CONTROLLER AREA NETWORK).

El Can bus es un sistema que se a convertido en un estándar en la industria automovilística. Las unidades de control de los diferentes sistemas electrónico ya ni están interconectadas por infinidad de cables, lo están a través de un bus. Con ello se suprimen gran cantidad de conexiones eléctricas consiguiendo reducir las probabilidades de que se produzcan fallos en las interconexiones de los apartados.

Can-Bus es un protocolo de comunicación en serie desarrollado por Bosch para el intercambio de información entre unidades de control electrónicas del automóvil.

Can significa Controller Área Network (Red de área de control) y Bus, en informática, se entiende como un elemento que permite transportar una gran cantidad de información.

Este sistema permite compartir una gran cantidad de información entre las unidades de control abonadas al sistema, lo que provoca una reducción importante tanto del número de sensores utilizados como de la cantidad de cables que componen la instalación eléctrica.

De esta forma aumentan considerablemente las funciones presentes en los sistemas del automóvil donde se emplea el Can-Bus sin aumentar los costos, además de que estas funciones pueden estar repartidas entre dichas unidades de control.

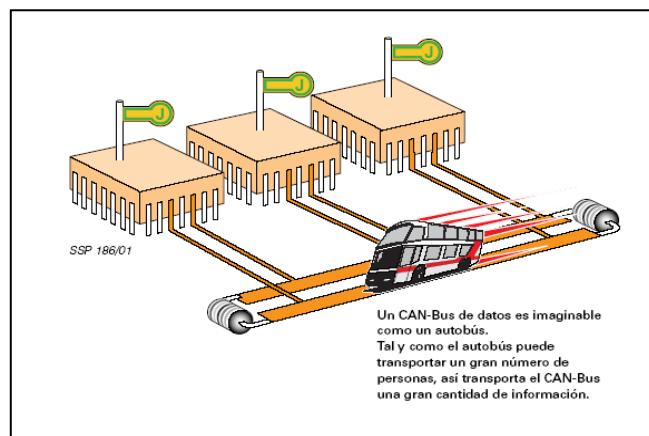


Figura 2.9.- Red CAN

2.6.1.1 Características del protocolo CAN.

- La información que circula entre las unidades de mando a través de los dos cables (bus) son paquetes de 0 y 1 (bit) con una longitud limitada y con una estructura definida de campos que conforman el mensaje.
- Uno de esos campos actúa de identificador del tipo de dato que se transporta, de la unidad de mando que lo trasmite y de la prioridad para transmitirlo respecto a otros. El mensaje no va direccionado a ninguna unidad de mando en concreto, cada una de ellas reconocerá mediante este identificador si el mensaje le interesa o no.
- Todas las unidades de mando pueden ser transmisoras y receptoras, y la cantidad de las mismas abonadas al sistema puede ser variable (dentro de unos límites).
- Si la situación lo exige, una unidad de mando puede solicitar a otra una determinada información mediante uno de los campos del mensaje (trama remota o RDR).
- Cualquier unidad de mando introduce un mensaje en el bus con la condición de que esté libre, si otra lo intenta al mismo tiempo el conflicto se resuelve por la prioridad del mensaje indicado por el identificador del mismo.
- El sistema está dotado de una serie de mecanismos que aseguran que el mensaje es transmitido y recibido correctamente. Cuando un mensaje presenta un error, es anulado y vuelto a transmitir de forma correcta, de la misma forma una unidad de mando con problemas avisa a las demás mediante el propio mensaje, si la situación es irreversible, dicha unidad de mando queda fuera de servicio pero el sistema sigue funcionando.

2.6.1.2 Elementos del sistema Can-Bus.

2.6.1.2.1 Cables

La información circula por dos cables trenzados que unen todas las unidades de control que forman el sistema. Esta información se transmite por diferencia de tensión entre los dos cables, de forma que un valor alto de tensión representa un

1 y un valor bajo de tensión representa un 0. La combinación adecuada de unos y ceros conforman el mensaje a transmitir.

En un cable los valores de tensión oscilan entre 0V y 2.25V, por lo que se denomina cable L (Low) y en el otro, el cable H (High) lo hacen entre 2.75V y 5V. En caso de que se interrumpa la línea H o que se derive a masa, el sistema trabajará con la señal de Low con respecto a masa, en el caso de que se interrumpa la línea L, ocurrirá lo contrario. Esta situación permite que el sistema siga trabajando con uno de los cables cortados o comunicados a masa, incluso con ambos comunicados también sería posible el funcionamiento, quedando fuera de servicio solamente cuando ambos cables se cortan.

Es importante tener en cuenta que el trenzado entre ambas líneas sirve para anular los campos magnéticos, por lo que no se debe modificar en ningún caso ni el paso ni la longitud de dichos cables.

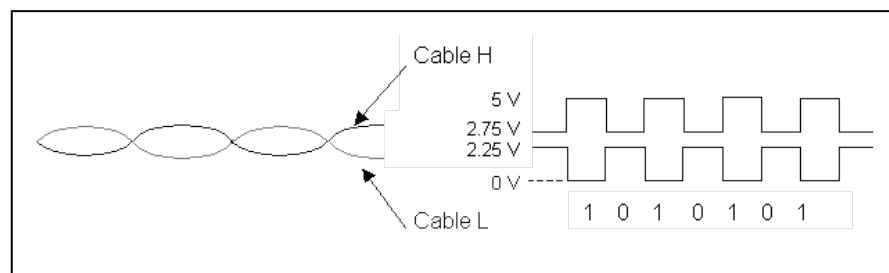


Figura 2.10.- Elemento CAN – Bus - Cables.

2.6.1.2.2 Elemento de Cierre o Terminador.

Son resistencias conectadas a los extremos de los cables H y L. Sus valores se obtienen de forma empírica y permiten adecuar el funcionamiento del sistema a diferentes longitudes de cables y número de unidades de control abonadas, ya que impiden fenómenos de reflexión que pueden perturbar el mensaje.

Estas resistencias están alojadas en el interior de algunas de las unidades de control del sistema por cuestiones de economía y seguridad de funcionamiento, o a su vez al final del bus de datos, eliminando cualquier ruido que quedase en la red.

Estas resistencias tienen un valor para cada modelo y se encuentran entre 120 y 450 ohmios y son llamados resistencias de CUT-OFF

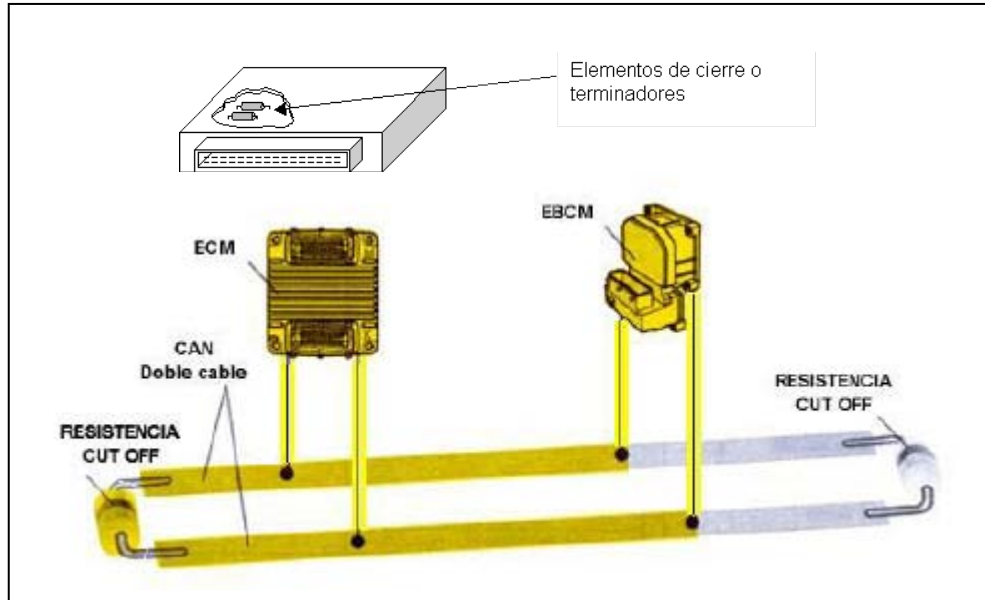


Figura 2.11.- Elementos de Cierre o terminadores

2.6.1.2.3 Controlador.

Es el elemento encargado de la comunicación entre el microprocesador de la unidad de control y el transmisor-receptor. Trabaja acondicionando la información que entra y sale entre ambos componentes.

El controlador está situado en la unidad de control, por lo que existen tantos como unidades estén conectados al sistema. Este elemento trabaja con niveles de tensión muy bajos y es el que determina la velocidad de transmisión de los mensajes, que será más o menos elevada según el compromiso del sistema. Así, en la línea de Can-Bus del motor-frenos-cambio automático es de 500 K baudios, y en los sistema de confort de 62.5 K baudios. Este elemento también interviene en la necesaria sincronización entre las diferentes unidades de mando para la correcta emisión y recepción de los mensajes.

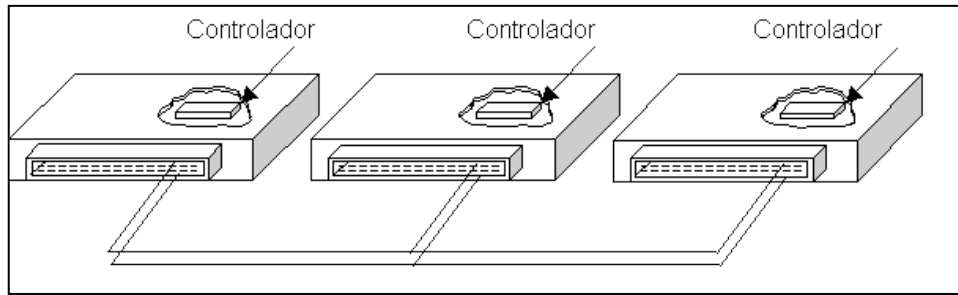


Figura 2.12.- Controladores

2.6.1.2.4 Transmisor / Receptor.

El transmisor-receptor es el elemento que tiene la misión de recibir y de transmitir los datos, además de acondicionar y preparar la información para que pueda ser utilizada por los controladores. Esta preparación consiste en situar los niveles de tensión de forma adecuada, amplificando la señal cuando la información se vuelca en la línea y reduciéndola cuando es recogida de la misma y suministrada al controlador.

“El transmisor-receptor es básicamente un circuito integrado que está situado en cada una de las unidades de control abonadas al sistema, trabaja con intensidades próximas a 0.5 A y en ningún caso interviene modificando el contenido del mensaje. Funcionalmente está situado entre los cables que forman la línea Can-Bus y el controlador”.⁸

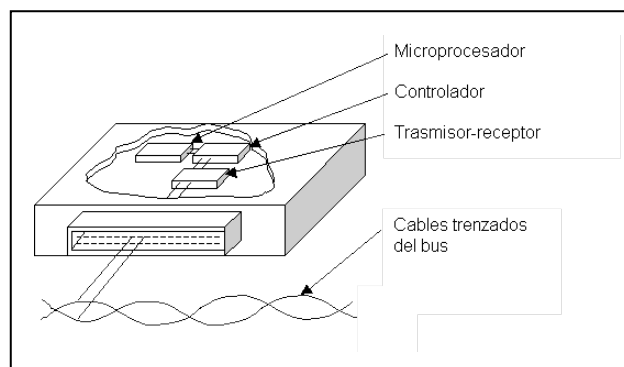


Figura 2.13.- Transmisor – Receptor.

⁸ Anónimo, (n.d.) www.canbus.galeon.com/electronica/canbus.htm

2.6.1.3 Proceso de Transferencia y Recepción de Datos.

Cada vez que se quieren comunicar los diferentes módulos existen unos pasos que cada uno de ellos realiza se puede tener que para generar la emisión y recepción de mensajes se requieren las siguientes funciones.

2.6.1.3.1 Suministro del Dato.

Cada unidad de control a través de su procesador emite el mensaje de transferencia de datos CAN a su respectivo transmisor al interior del módulo, es decir, una unidad de mando recibe información de los sensores que tiene asociados (r.p.m. del motor, velocidad, temperatura del motor, puerta abierta, etc.). Su microprocesador pasa la información al controlador donde es gestionada y acondicionada para a su vez ser pasada al transmisor-receptor donde se transforma en señales eléctricas.

2.6.1.3.2 Envío del Dato.

El transmisor CAN se encarga de transmitir mediante los pulsos eléctricos los datos que el microprocesador al interior del PCM quiere enviar es así como este transmisor colocara en la red la respectiva información.

2.6.1.3.3 Recepción del Dato.

Del mismo modo que se envía a los módulos de control correspondiente entran a recibir la información que encontraron disponible en la red esta es posible que les interese o no les interese.

2.6.1.3.4 Comprobación del Dato.

Una vez recibido el dato por parte del módulo, éste analiza si le es útil o si no le es útil, es decir hay mensajes que pueden ser recibidos pero si no los requiere no los procesa, como por ejemplo un PCM puede recibir el mensaje o dato de la

temperatura de la cabina , pero si no requiere para sus funciones esta información simplemente no la procesa.

2.6.1.3.5 Aceptación de Datos.

Si el mensaje que fue recibido es uno que eslava esperando el PCM simplemente lo toma y lo procesa como información, en algunos casos el módulo que toma el dato como útil coloca en la red el mensaje de recibido como una manera de diagnosticar la misma.

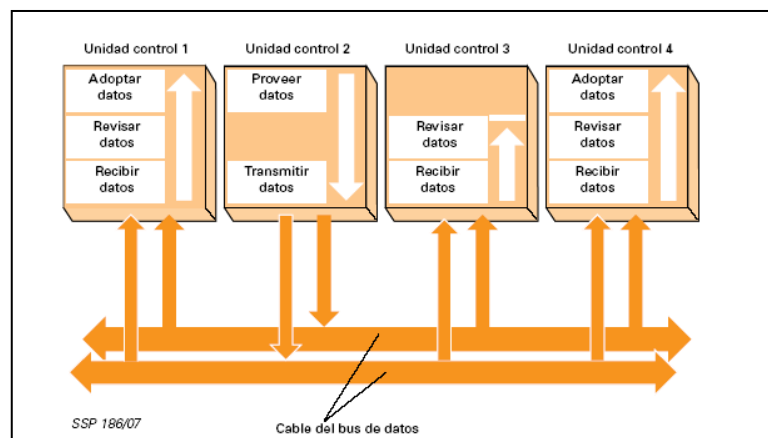


Figura 2.14.- Aceptación de datos

2.6.1.4 Configuración del Bus.

CAN trabaja según el principio “multimaestro”, en el que varias unidades de control con idéntica autorización están interconectadas por una estructura lineal. Esta estructura tiene la ventaja de que el sistema bus sigue estando a disposición del resto de unidades cuando una de ellas queda fuera de servicio.

En comparación con otras disposiciones lógicas (como puede ser estructuras en anillo o estrella) se reducen considerablemente las probabilidades de un fallo total del sistema. En las estructuras de anillo o estrella, el fallo es total cuando una de las unidades o la unidad central queda fuera de servicio.

2.6.1.5 Identificación Asociativa.

La identificación tiene lugar vía CAN asociando mensajes. Para ello se le asigna un “identificador” determinado a cada mensaje. El identificador indica el contenido del mensaje (por ejemplo, número de revoluciones del motor). Una estación evalúa sólo aquellos datos cuyos identificadores figuran en una lista de los mensajes que se han de recibir (test de aceptación). Así, CAN no necesita direcciones de estación para la transmisión de datos y los nodos no han de administrar la configuración del sistema. De esta manera se pueden controlar con mayor facilidad las diferentes versiones de equipamiento.

2.6.1.6 Estados Lógicos del Bus.

El protocolo CAN se basa en dos estados lógicos: Los bits son “recesivos”(estado lógico 1) o “dominantes” (estado lógico 0). Si al menos una estación envía una bit dominante, se sobrescribirán los bits recesivos que envían otras estaciones simultáneamente.

2.6.1.7 Priorización.

El identificador determina, además del contenido de los datos, la prioridad del mensaje al enviarlo. Un identificador que corresponde a un número binario bajo tiene mayor prioridad y viceversa.

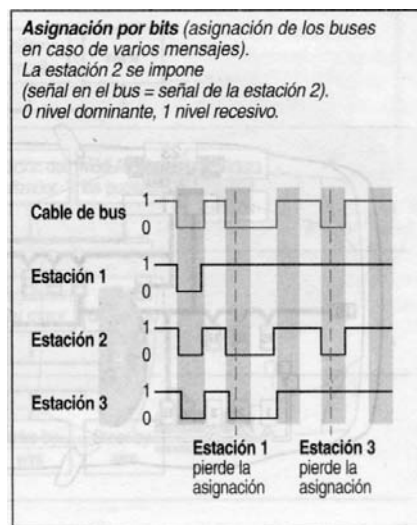


Figura 2.15.- Priorización de Bits.

2.6.1.8 Adjudicación del Bus.

En caso de que el bus este libre, cualquier estación puede iniciar el envío de su mensaje más importante. Si varias estaciones comienzan la transmisión al mismo tiempo, para solucionar el conflicto se empleará un esquema de asignación de bus y “wired and”, en el que se impondrá el mensaje con mayor prioridad si que se presenten pérdidas de tiempo o de bits. Cada emisor que pierde la asignación se convierte automáticamente en un receptor y repite su intento de envío cuando los buses vuelvan a estar libres.

2.6.1.9 Formato del Mensaje.

El mensaje es una sucesión de “0” y “1”, están representados por diferentes niveles de tensión en los cables del CAN-BUS y que se denominan “bit”.

El mensaje tiene una serie de campos de diferente tamaño (número de bits) que permiten llevar a cabo el proceso de comunicación entre las unidades de mando según el protocolo definido por Bosch para el Can-Bus, que facilitan desde identificar a la unidad de mando, como indicar el principio y el final del mensaje, mostrar los datos, permitir distintos controles etc.

Los mensajes son introducidos en la línea con una cadencia que oscila entre los 7 y los 20 milisegundos dependiendo de la velocidad del área y de la unidad de mando que los introduce.

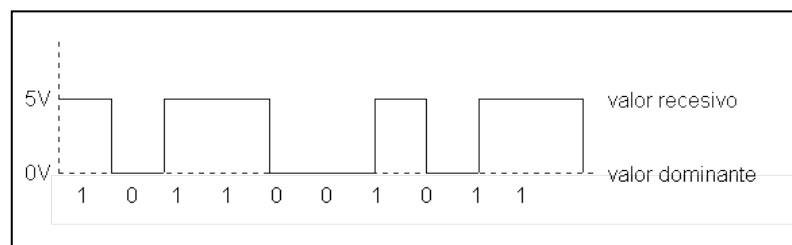


Figura 2.16.- Formato del mensaje.

CAN soporta dos mensajes diferentes de trama de mensaje que se diferencia únicamente en la longitud del identificador (ID). La longitud de un identificador es

de 11 bits en el formato estándar y 29 en el formato ampliado. Lo que significa que la trama de datos transmisible es de un máximo de 130 (formato estándar) o de 150 bits (en el formato ampliado). De esta manera se garantiza que el tiempo de espera hasta la próxima transmisión urgente se reduzca al máximo. La trama de datos o “Data Frame” está compuesta por siete campos correlativos:

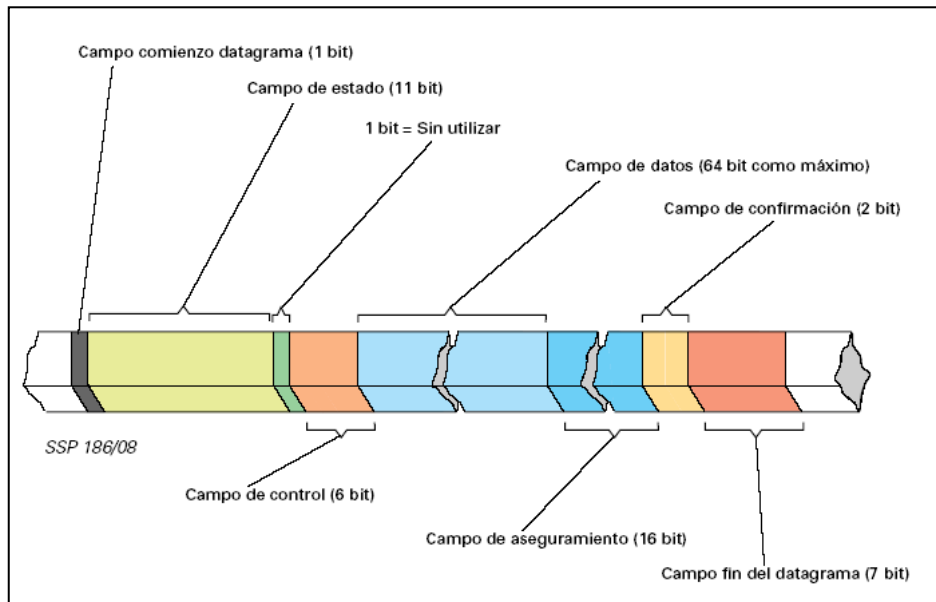


Figura 2.17.- Diseño del Mensaje.

Inicio de la Trama “Start of Frame” indica el comienzo de un mensaje y sincroniza todas estaciones.

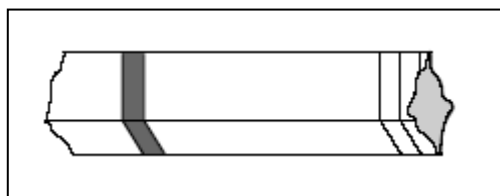


Figura 2.18.- Start of Frame

Campo de Asignación “Arbitration Field” está compuesto por el identificador y el mensaje, y un bit de control adicional. Durante la transmisión de este campo, el emisor comprueba en cada bit si tiene la autorización de envío o si otra estación con mayor prioridad tiene que enviar. El bit de control decide si el mensaje se trata de una “trama de datos” (“data frame”) o de una “trama remota” (“Remote frame”).

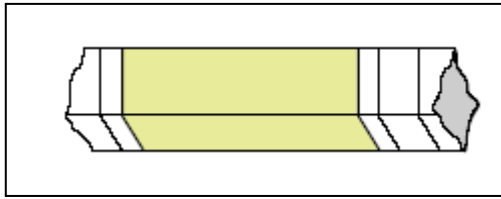


Figura 2.19.- Arbitration Field.

Campo de Control "Control Field" contiene el código del número de bytes en el "campo de datos".

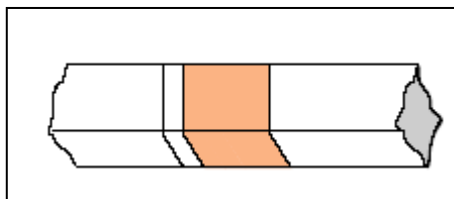


Figura 2.20.- Control field

Campo de Datos "Data Field" dispone de un contenido de información de entre 0 y 8 bytes. Un mensaje de longitud 0 puede utilizarse para la sincronización de procesos distribuidos.

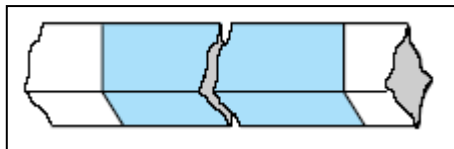


Figura 2.21.- Data Field

Campo CRC "CRC Field" contiene una contraseña de la trama para detectar las posibles interferencias de transmisión.

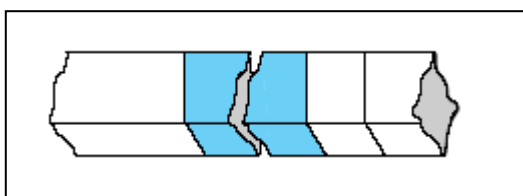


Figura 2.22.- CRC Field

Campo de Confirmación "Ack Fiel" contiene una señal de confirmación de todos los receptores que han recibido el mensaje correctamente.

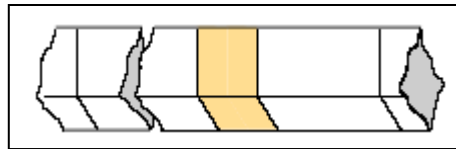


Figura 2.23.- Ack Field

Final de la Trama "End of Frame" indica el final del mensaje.

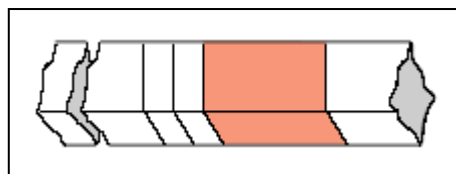


Figura 2.24.- End of Frame.

2.6.1.10 Diagnóstico del Can-Bus

Los sistemas de seguridad que incorpora el Can-Bus permiten que las probabilidades de fallo en el proceso de comunicación sean muy bajas, pero sigue siendo posible que cables, contactos y las propias unidades de mando presenten alguna disfunción.

Para el análisis de una avería, se debe tener presente que una unidad de mando averiada abonada al Can-Bus en ningún caso impide que el sistema trabaje con normalidad. Lógicamente no será posible llevar a cabo las funciones que implican el uso de información que proporciona la unidad averiada, pero sí todas las demás.

Por ejemplo, si quedase fuera de servicio la unidad de mando de una puerta, no funcionaría el cierre eléctrico ni se podrían accionar el del resto de las puertas.

En el supuesto que la avería se presentara en los cables del bus, sería posible accionar eléctricamente la cerradura de dicha puerta, pero no las demás. Recuérdese que esto sólo ocurriría si los dos cables se cortan o se cortocircuitan a masa.

También es posible localizar fallos en el Can-Bus consultando el sistema de auto diagnóstico del vehículo, donde se podrá averiguar desde el estado de funcionamiento del sistema hasta las unidades de mando asociadas al mismo, pero necesariamente se ha de disponer del equipo de chequeo apropiado.

Otra alternativa es emplear el programa informático CANalyzer (Vector Informatik GmbH) con el ordenador con la conexión adecuada. Este programa permite visualizar el tráfico de datos en el Can-Bus, indica el contenido de los mensajes y realiza la estadística de mensajes, rendimiento y fallos.

Probablemente, la herramienta más adecuada y asequible sea el osciloscopio digital con dos canales, memoria y un ancho de banda de 20 MHz. (FLUKE, MIAC etc.) con el que se pueden visualizar perfectamente los mensajes utilizando una base de tiempos de 100 microsegundos y una base de tensión de 5V. En este caso, se debe tener en cuenta que los bits stuff (el que se añade después de cinco bits iguales) deben ser eliminados.

Por tratarse de una comunicación muy rápida y donde prácticamente se tiene una señal digital sin corriente por los cableados se hace necesario una protección para los circuitos, todos los sistemas multiplexados llevan un recorrido especial en sus conectores y cableados los cuales deben conservarse aunque se reparen las cosas, una línea de datos CAN generalmente viene entorchada y una manera de revisarla puede ser con la utilización de un osciloscopio apropiado, cualquier intento de medición con una lámpara de prueba o algún objeto parecido, puede arruinar uno o más módulos.

2.6.2 FUENTES PARÁSITAS.

En el vehículo son fuentes parásitas los componentes en cuyo funcionamiento se producen chispas o se abren o cierran circuitos de corriente.

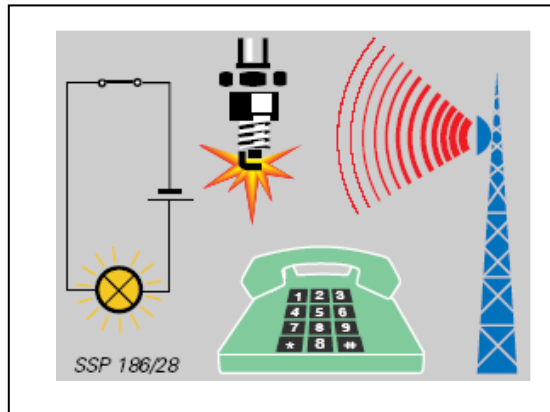


Figura 2.25.- Fuentes parásitas.

Otras fuentes parásitas son por ejemplo teléfonos móviles y radioemisoras, o sea, todo aquello que genera ondas electromagnéticas. Estas ondas electromagnéticas pueden influir en la transmisión de datos o incluso la pueden falsificar alguno.

Para evitar influencias parásitas sobre la transmisión de datos se procede a retorcer conjuntamente los dos alambres del bus de datos.

De esta forma se evita al mismo tiempo emisiones perturbadoras procedentes del propio cable del bus de datos.

Las tensiones en dichos cables se encuentran contrapuestas.

Eso significa su si uno de los buses tiene aplicada una tensión de 0 voltios, el otro tiene una de aprox. 5 voltios y viceversa.

En virtud de ello, “la suma de tensiones es constante en cualquier momento y se anulan mutuamente los efectos electromagnéticos de campo de ambos cables del bus.

El cable del bus está protegido contra la penetración de emisiones parásitas y tiene un comportamiento casi neutro hacia fuera”.⁹

⁹ Volkswagen, (n.d), *Manual de VW – Bus CAN*

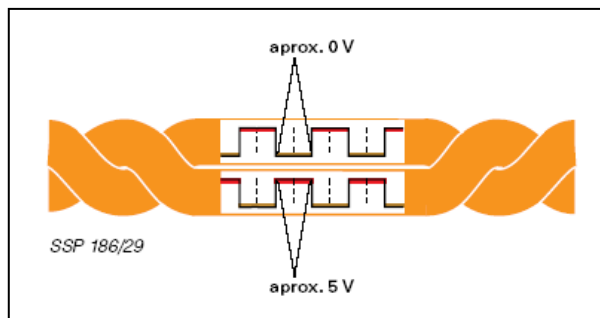


Figura 2.26.- Cable de Bus de Datos.

2.6.3 PROTOCOLO VAN.

A principios de la presente década, bajo los auspicios del gobierno francés, un grupo de fabricantes y suministradores franceses entre los que se encontraban PSA y Renault, desarrollaron una nueva tecnología de multiplexado que recibió el nombre de VAN (Vehicle Area Network). Dicha tecnología, que nació con el propósito de consolidarse en el mercado francés, presenta también buenas prestaciones, dispone de protocolos muy simples de implementación en Hardware fácil y por tanto económico. La velocidad de transmisión típica que ofrece es de 250 Kbps. Al igual que en CAN, la tecnología VAN está estandarizada por la ISO (especificación ISO 11519).

Hoy en día la tecnología VAN está presente exclusivamente en multiplexado de vehículos (modelos de gama alta de PSA y Renault), no habiéndose expandido a otros campos de utilización, y al ser más reducido su ámbito técnico y de mercado, existen menos componentes que lo soporten.

2.6.4 PROTOCOLO SAE-J1850.

En Estados Unidos, los principales fabricantes de automóviles han promovido también su propia tecnología de multiplexado. Los trabajos de especificación han sido en este caso canalizados por la SAE, y el estándar resultado de estos esfuerzos ha recibido el nombre de SAE-J1850. Sus características técnicas resultan muy similares a las que presentan CAN y VAN. Sin embargo la velocidad soportada es netamente inferior, siendo su valor máximo de 41,6 Kbps, lo que le

hace susceptible de ser empleado sólo en aplicaciones velocidad baja y media. El soporte aportado por GM y Ford así como de importantes suministradores de componentes (Intel, Motorola, Texas) ha determinado su rápida expansión y abaratamiento.

CAPÍTULO III

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE RED MULTIPLEXADA.

3.1 ANTECEDENTES.

La misión de la Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga, es formar profesionales teórico-prácticos de excelencia, con capacidad de conducción y liderazgo, que impulsen al desarrollo del país.

La carrera de Ingeniería Automotriz, forma profesionales calificados para la construcción, repotenciación y mantenimiento de sistemas automotrices.

Las redes y multiplexados se trata de una tecnología de transferencia de información que permite conectar a un mismo bus de datos (precisamente un bus multiplexado) muchos componentes, tanto analógicos como digitales, tanto sensores simples como CPUs completas.

Esto abarata considerablemente los costos de producción de soluciones electrónicas, ya que se eliminan sensores redundantes, cableado, etc, y se consiguen respuestas en tiempo real de pocos milisegundos. En el automóvil, esto permitirá la llegada de la nueva generación de instrumentación, con soluciones del tipo faros que se encienden solos, limpiaparabrisas que gradúan su velocidad en función de la lluvia que cae, aparatos de radio que regulan el volumen en función de la velocidad, y muchas otras aplicaciones parecidas.

No obstante, parece seguro que, al menos, existirán algunos tipos de buses multiplexados e independientes en los autos del mañana. Uno para las tareas de confort, navegación y dispositivos auxiliares marginales (apertura remota del tapón de gasolina, elevalunas, antena eléctrica, cargador de CDs, etc) y otro para el control de la unidades encargadas de la seguridad activa (ABS, ASR,

disparadores pirotécnicos de los cinturones de seguridad, Air-Bag, suspensión, etc).

El tema del proyecto responde a un estudio de los diferentes sistemas de anticontaminación, seguridad y confort instalados en los nuevos modelos de vehículos, los que han llevado a utilizar diferentes módulos que controlen esta gestión electrónica.

3.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA A RESOLVER.

El avance tecnológico en los automóviles han logrado que estos hayan incrementado en sus prestaciones, entregando mayor seguridad, confort y mejorando los sistemas anticontaminantes lo que lleva a la utilización de diferentes módulos para poder controlar de mejor manera dichos sistemas.

Cada uno de estos módulos utilizan la información de sensores, para poder realizar la operación ordenada de sus funciones, la cual es ejecutada por los diversos actuadores que se encuentran en el automóvil, y a la vez poseen integrado un método de comunicación de diagnóstico de dichos módulos.

Sería muy complicado y costoso tener estos elementos por separado, lo cual complicaría al fabricante la ubicación para cada uno de los módulos, ocasionando un excesivo aumento de cableado. Por esta razón se han diseñado las redes de comunicación para de esta manera poder compartir y utilizar la misma información de varios sensores y poder aprovechar componentes en común cuando requieren la misma información de una misma condición, disminuyendo las conexiones eléctricas y mejorando la ubicación de cada uno de los módulos. Toda esta información compartida se la realiza entre módulos los cuales llevan al conector de diagnóstico (DLC) que es la interfaz de comunicación con el usuario.

El proyecto pretende generar un estudio detallado de los diversos tipos de configuración de redes utilizadas en automóviles actualmente, y su caracterización específica como: velocidades de comunicación, aplicaciones, medios para enlazar los módulos de comunicación, etc. Además de diseñar y construir prototipos que simulen todas sus funciones básicas utilizando técnicas de programación y comunicación de microcontroladores a través de mensajes digitales con la generación de distintos protocolos de comunicación de esta manera se tiene un marco referencial para que los docentes, estudiantes, profesionales y técnicos puedan introducirse al estudio de redes automotrices y se relacionen con los distintas técnicas para la solución de problemas de implementación, diagnóstico y reparación que actualmente se presenta en el país con la introducción de esta tecnología.

3.3 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.

- Diseñar y construir un prototipo de red multiplexada para aplicaciones en el automóvil.

3.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO.

- Determinar el uso y la aplicación de una red multiplexada en el automóvil.
- Realizar una investigación para establecer los diferentes tipos de configuraciones de redes existentes en los diversos tipos de automóviles.
- Analizar las estrategias de funcionamiento de cada uno de los módulos de control como por ejemplo modo de energía, shutdown, etc.
- Establecer los procesos de transferencia y recepción de datos digitales y los procesos de comunicación.
- Diagnosticar la comunicación que existe entre módulos y generar un estudio de sus posibles fallas para distintas condiciones de funcionamiento anormal.

3.5 METAS DEL PROYECTO.

- Elaborar un proyecto de aplicación tecnológica relacionado con redes y multiplexado aplicados en vehículos.
- Demostrar que la red multiplexada de un automóvil es mucho más eficiente que los sistemas antiguos de comunicación.
- Conseguir la comunicación digital entre varios módulos comprendiendo los funcionamientos de cada proceso.
- Generar un prototipo de sistema multiplexado para el Laboratorio de Autotrónica para el desarrollo de prácticas.
- Contar con un documento que sirva como base para todos los estudiantes y profesionales que quieren conocer y diagnosticar una red multiplexada.

3.6 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE RED MULTIPLEXADA PARA APLICACIONES EN EL AUTOMÓVIL.

El proyecto, realiza la simulación de operación de la red del automóvil, utiliza el programa PROTEUS 7.2.0, para implementar en cada microcontrolador los periféricos de entrada y salida que generan la función individual de control de la red que los comunica.

El capítulo trata sobre el desarrollo del diseño de los módulos, tanto en la parte de hardware como de software; finalizando el mismo con la construcción del prototipo donde opera la red de comunicación en el banco.

En la figura 3.1 el diagrama de bloques se presenta le diseño del banco, a través del cual se podrá tratar cada bloque de forma individual y enlazada por medio de los protocolos de comunicación, los mismos que se detallarán en desarrollo del presente.

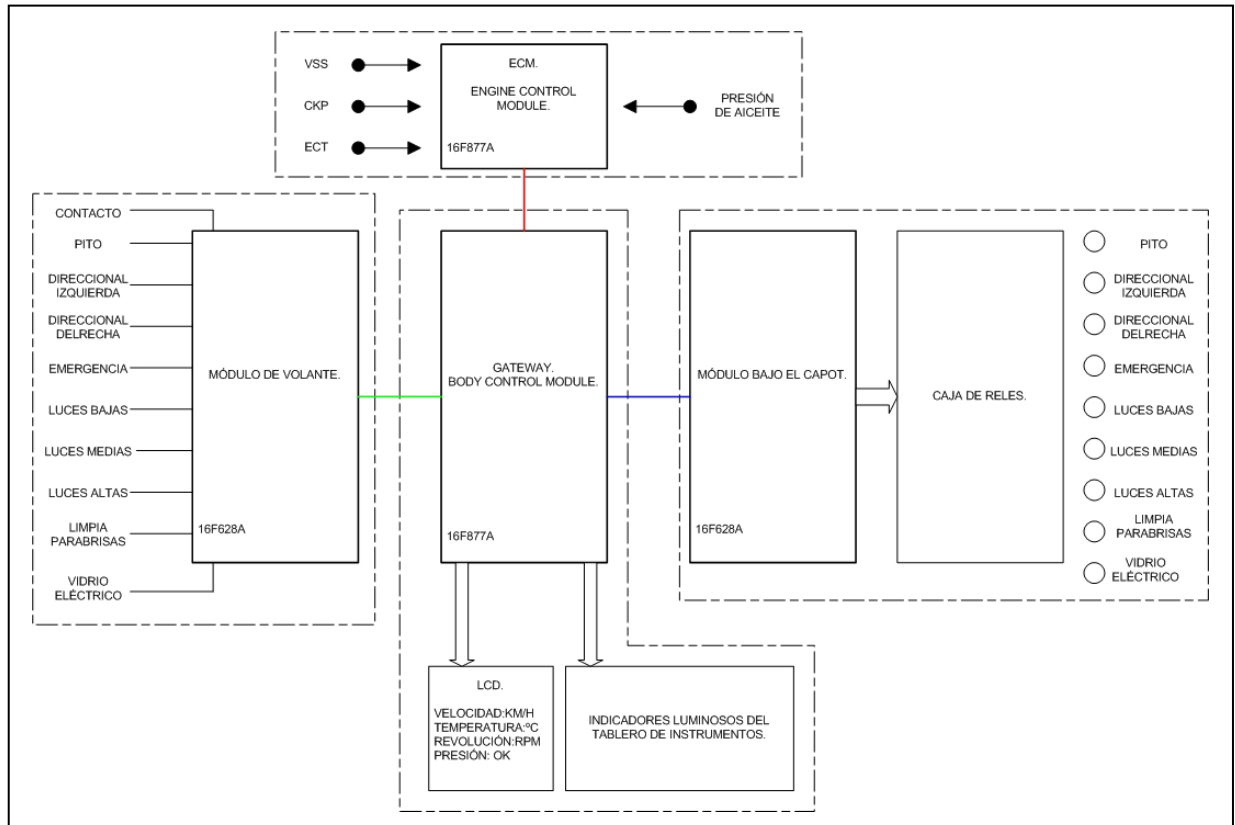


Figura 3.1.- Diagrama de bloques del simulador.

3.7 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.

Para el desarrollo del prototipo se ha tomado en cuenta la utilización de cuatro módulos: Módulo de Control de Motor, Tablero, Volante, bajo el Capot, como se presenta en el diagrama de bloques anterior.

La característica importante en el diseño, es que cada módulo contará con su propio microcontrolador, el cual recibirá la información en datos digitales y los colocará en la red a una diferente velocidad, de acuerdo con el módulo al que vaya a dar la orden de funcionamiento.

Otra característica importante es que cada módulo tiene su propia alimentación de tensión logrando una independencia en la red.

Se debe tomar en cuenta en el diseño la transferencia de datos se lo realiza por un solo cable que va colocado de módulo a módulo, evitando el molesto arnés

que complican el diagnóstico en los vehículos, objetivo fundamental de las redes de comunicación en el automóvil.

3.8 PARÁMETROS PARA LA SIMULACIÓN Y DISEÑO.

Para la simulación y el diseño es necesario contabilizar el número de periféricos de entrada/salida de cada módulo según la necesidad de contar con un número mínimo para realizar las funciones dentro del banco de simulación, los sensores y actuadores y obtener un equipo que permita el entrenamiento de redes de comunicación de automóviles en tiempo real.

Las señales de entrada al ECM son aquellas que van a aportar información sobre el comportamiento del vehículo, es decir, informan las condiciones en que se encuentran los distintos parámetros de funcionamiento del motor, como el cambio de presión de aceite, el enfriamiento o calentamiento del refrigerante, rpm desarrolladas en el eje del cigüeñal, y la velocidad de las ruedas que desarrolla el vehículo.

Las computadoras de los automóviles poseen una especial programación para que el módulo tome decisiones sobre la activación de los actuadores por cada cambio registrado en las distintas variables.

Algunas computadoras pueden compartir información con otro tipo de controladores como es el caso del BCM, por esta razón este proyecto tiene la finalidad de simular la adquisición de datos de motor y la comunicación de los mismos al módulo de tablero de instrumentos para su visualización, verificación y control.

Se simulan las señales monitoreadas por el módulo de motor con la utilización del PIC 16F877A y del PIC 16F628 escogidos especialmente por la versatilidad de operaciones, fáciles lenguajes de programación, la disponibilidad en el mercado y en el caso del primero por estar implementado de conversores análogo/digital, los

cuales permiten convertir señales analógicas como la del sensor de temperatura en una señal digital, entre otras.

3.9 DISEÑO DE LA SEÑAL DEL SENSOR DE VELOCIDAD DEL VEHÍCULO VSS.

La señal del sensor de velocidad del vehículo VSS es una señal simulada de un sensor de efecto Hall, el cual indica el cambio de velocidad con la variación de su frecuencia.

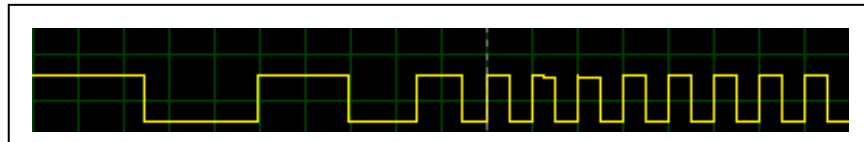


Figura 3.2.- Señal pulsante de salida del sensor de efecto Hall.

A continuación se muestra el hardware del sensor.

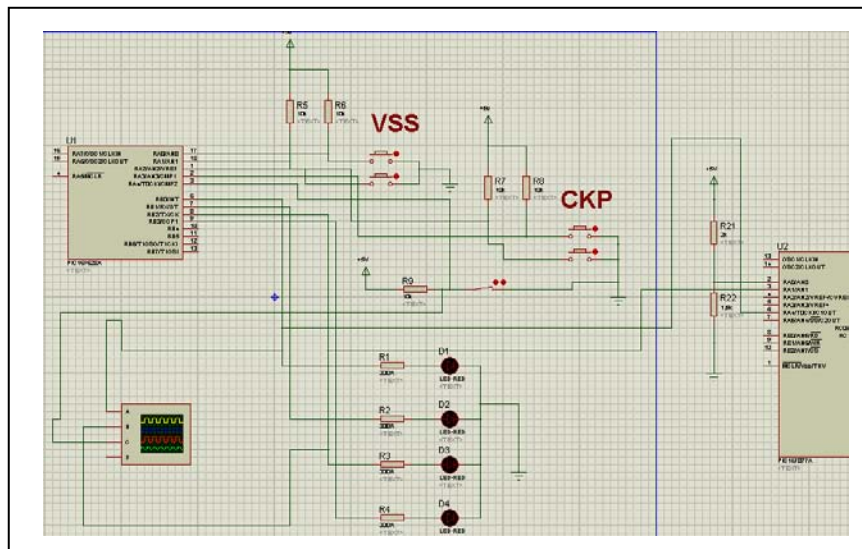


Figura 3.3.- Diseño del sensor de efecto Hall.

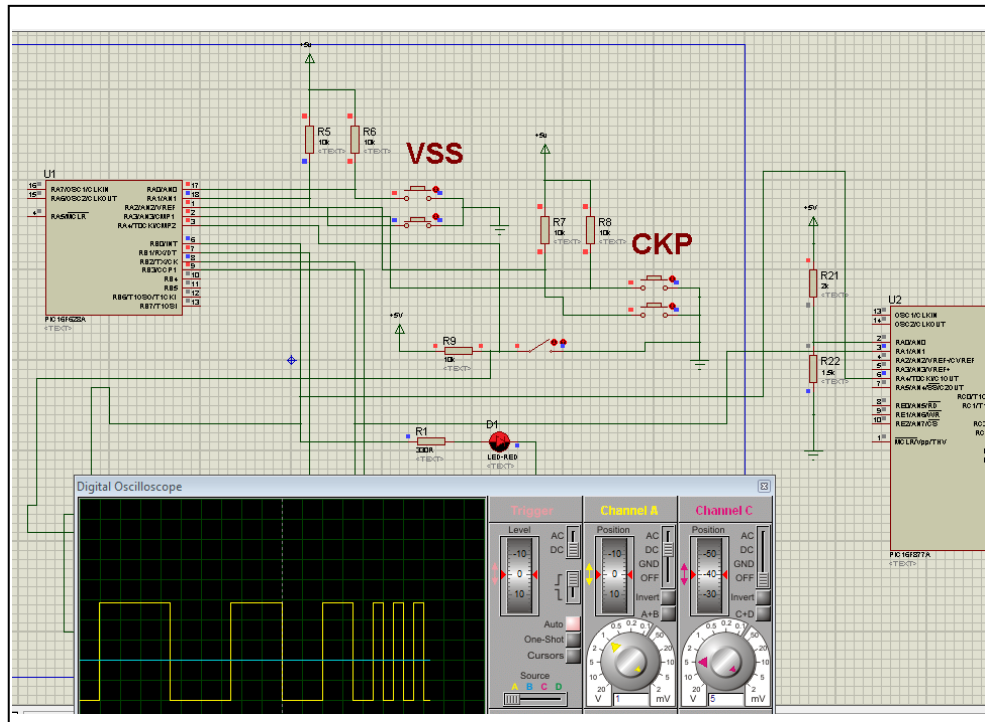


Figura 3.4.- Señal de salida del sensor de efecto Hall simulada.

El VSS pondrá en alto la RB.0 y luego de un tiempo determinado la mantendrá en un nivel bajo por otro intervalo de tiempo, ambos lapsos han sido configurados a través de software como se puede ver en la subrutina.

VSS:

HIGH PORTB.0

GOSUB TIMERVSS

LOW PORTB.0

GOSUB TIMERVSS

El lapso mínimo de frecuencia será de 4Hz correspondiente a un Kilómetro/hora y el valor máximo se estima de 644Hz correspondiente a 160 Km/h. Estos datos son manipulables manualmente dentro del rango de la frecuencia para provocar cambios en la velocidad.

TIMERVSS:

IF PORTA.0 =0 THEN GOSUB MASVSS

IF PORTA.1=0 THEN GOSUB MENOSVSS

```
GOSUB TIMVSS
RETURN
```

La subrutina que se muestra a continuación multiplica varia la pausa dependiendo del valor de X.

```
TIMVSS:
FOR R=1 TO X
PAUSE 10
NEXT
RETURN
```

En esta subrutina se incrementa el valor de X en 10 hasta un máximo de 150.

```
MASVSS:
X=X+10
IF X>150 THEN X=150
RETURN
```

```
MENOSVSS:
X=X-10
if X<10 then x=10
```

Para vehículos sin transmisión automática esta señal sensada por el ECM se pone a disposición en la red para que el BCM sea el encargado del despliegue de la velocidad. En nuestro simulador el módulo de motor cuenta los pulsos de entrada a través de la patita PORTB.5 cada 100ms.

El dato que transmita el ECM en la trama de comunicación detallará sólo información del comportamiento en frecuencia de la rueda. Para desplegar la velocidad es necesario, que el módulo BCM tenga implementado un algoritmo que pueda convertir esta información en velocidad real del vehículo para la rueda a

usarse en el automóvil; es decir, cada tipo de neumático necesita un programa particular para estimar la velocidad lineal desarrollada.

3.10 DISEÑO DE LA SEÑAL DEL SENSOR DEL CIGÜEÑAL CKP.

Para el diseño del sensor del cigüeñal CKP se utilizará también una señal de efecto Hall, igual a la señal del sensor de velocidad del vehículo VSS.

La diferencia que existe entre estos dos sensores, es el programa que se realizó para la visualización en el tablero.

3.11 DISEÑO DE LA SEÑAL DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL MOTOR ECT.

El diseño del sensor de temperatura se realizó mediante la simulación de un sensor NTC (coeficiente negativo de temperatura), el que indica la variación de temperatura de acuerdo a los rangos de valores de resistencia establecidos, es decir a medida que varíe la resistencia de un potenciómetro la temperatura indicada en el panel de control variará mostrando su cambio en grados C°.

Para la elección de los valores de resistencia del potenciómetro se realiza el cálculo de acuerdo a un divisor de tensión.

Hay que tomar en cuenta, un sensor de temperatura del automóvil trabaja entre un valor de voltaje de 0.4 a 4.4 V y la resistencia interna que posee el Computador es aproximadamente de 1.4 - 3kΩ.

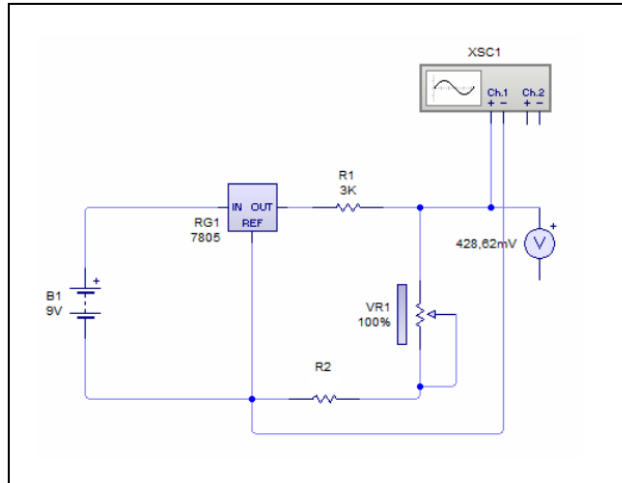


Figura 3.5.- Simulación del ECT.

Divisor de tensión:

$$V_o = \frac{V_f * R_x}{R_T} \quad \text{Ecuación 3.1.}$$

$$R_{Potenciómetro} = R_{Pot}$$

$$R_T = R_1 + R_{Pot} + R_2$$

$$R_1 = 3K\Omega$$

$$R_{Pot} = 0$$

$$R_T = 3k + R_2$$

$$R_x = R_{Pot} + R_2$$

$$V_o = 0.4V$$

$$0.4V = \frac{5V * R_2}{3k + R_2}$$

$$1.2 + 0.4R_2 = 5R_2$$

$$4.6R_2 = 1.2$$

$$R_2 = 0.260K\Omega$$

$$R_2 = 260\Omega$$

$$V_o = 4.4$$

$$R_T = 3k + R_{Pot} + 260$$

$$R_T = 3260\Omega + R_{Pot}$$

$$R_x = R_{Pot} + 260$$

$$4.4 = \frac{5 * (R_{Pot} + 260)}{3260 + R_{Pot}}$$

$$14344 + 4.4R_{Pot} = 5R_{Pot} + 1300$$

$$0.6R_{pot} = 13044$$

$$R_{Pot} = 21.740K\Omega$$

A continuación se muestra como a través del programa se puede realizar la conversión analógica/ digital para generar el dato Vy de la señal del ECT para ser enviada por el puerto de comunicación serie a una velocidad de 9600 bit/s combinada con el resto de los datos, para ello utilizaremos la siguiente instrucción ADCIN 0,VY; significa realice la conversión A/D del bit 0 del puerto A y almacenada en la variable VY.

Podemos enviar datos combinados para que sean decodificados por el otro PIC, como se muestra a continuación:

```
SEROUT PORTC.3,T9600,[VY,REVOL,VELOC,PRES]  
GOTO INICIO  
RETURN  
End
```

3.12 DISEÑO DE LA SEÑAL DE PRESIÓN DE ACEITE.

La medición de presión de aceite en un vehículo se la realiza directamente a través de una deformación de una membrana o por medio de un sensor de fuerza.

Para simular el trabajo de un sensor de presión de aceite se lo ha hecho como si fuese un interruptor normalmente abierto, es decir, cuando se presiona el interruptor le indicará al panel de instrumentos que la presión simulada del motor es Baja (Low) y cuando el interruptor no es presionado indicará que la presión del motor es normal (OK).

Estos datos de presión lo recibe una variable, luego enviará por red el valor de presión que se encuentre en el instante de almacenamiento igual que los otros valores de los sensores mediante la misma instrucción. Se puede usar el siguiente ejemplo de programación para manejar esta función:

PRESION:

PRES=PORTB.1

SEROUT PORTC.3,T9600,[VY,REVOL,VELOC,PRES]

GOTO INICIO

RETURN

END

A continuación en la figura 3.6 conexión del sensor de temperatura ECT, se puede apreciar el sensor conectado al ECM, el mismo que será transmitido como 1 ó 0 al BCM a través de una trama de datos como se indicó anteriormente.

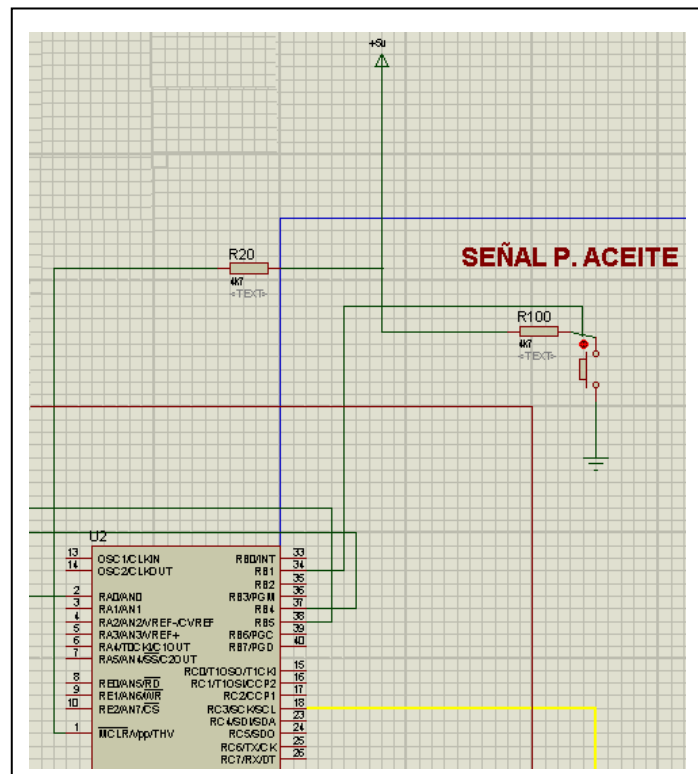


Figura 3.6.- Conexión del sensor de temperatura ECT.

3.13 DISEÑO DEL MÓDULO DE CONTROL DEL MOTOR.

El Módulo de control del motor ECM es el encargado del control y regulación del motor, además cumple también otra tarea importante que es la de supervisión de todos los sistemas.

El ECM es el encargado de registrar los datos actuales de funcionamiento del motor, así de los actuadores para las intervenciones de ajuste que deban efectuarse en el motor.

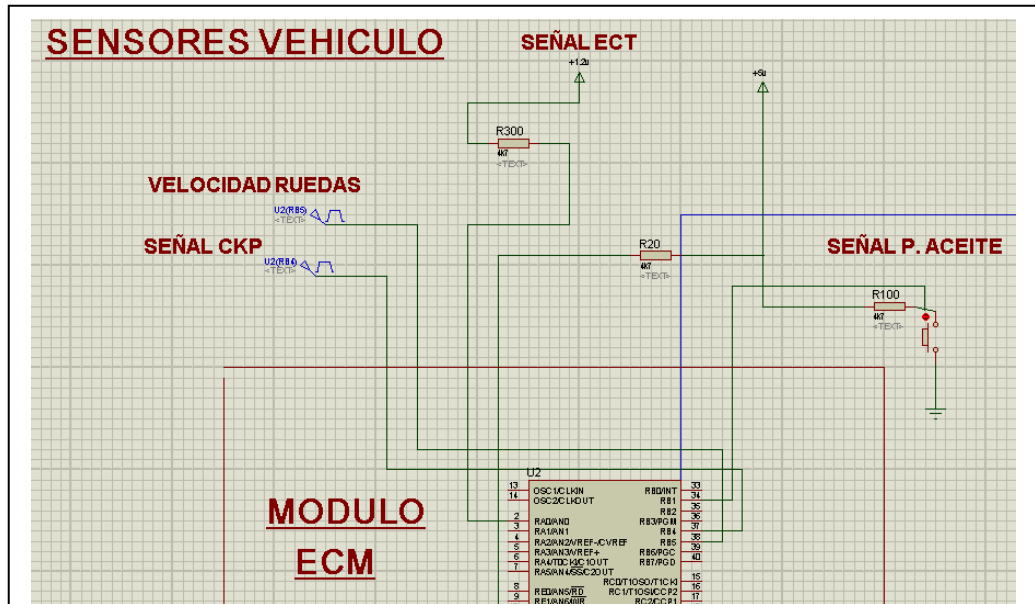


Figura 3.7.- Diagrama esquemático del ECM.

En nuestro diseño del ECM, se utiliza un convertidor análogo-digital para transformar las señales procesadas en valores digitales, como por ejemplo la señal del ECT.

El ECM fue programado en un microprocesador 16F877A, el cual recibe cuatro señales de entrada como son: sensor de posición del cigüeñal CKP, sensor de velocidad del vehículo VSS, sensor de temperatura del motor ECT y presión de aceite. Todas estas son procesadas, analizadas y convertidas en señales digitales para luego ser colocadas en la red de comunicación y poder ser enviadas hacia los otros módulos, los cuales desplazarán en una pantalla el estado del sensor en el instante que registre cualquier variación.

Estas señales serán monitoreadas por el ECM en intervalos de tiempos los cuales serán programados como se muestra en el ejemplo:

CKP:
COUNT PORTB.4,100,PULSOS

VSS:
COUNT PORTB.5,250,VELOC

Las señales monitoreadas y procesadas por la ECM son enviadas a la red a una velocidad de comunicación de T9600 bit/s y con un valor TRUE en su dato digital.

Una parte importante en el diseño del ECM es la parte del hardware, la cual se la realizó en el mismo programa utilizado por el software, de esta manera se logró construir la placa electrónica en donde van a ser colocados cada uno de los componentes a utilizar por el ECM.

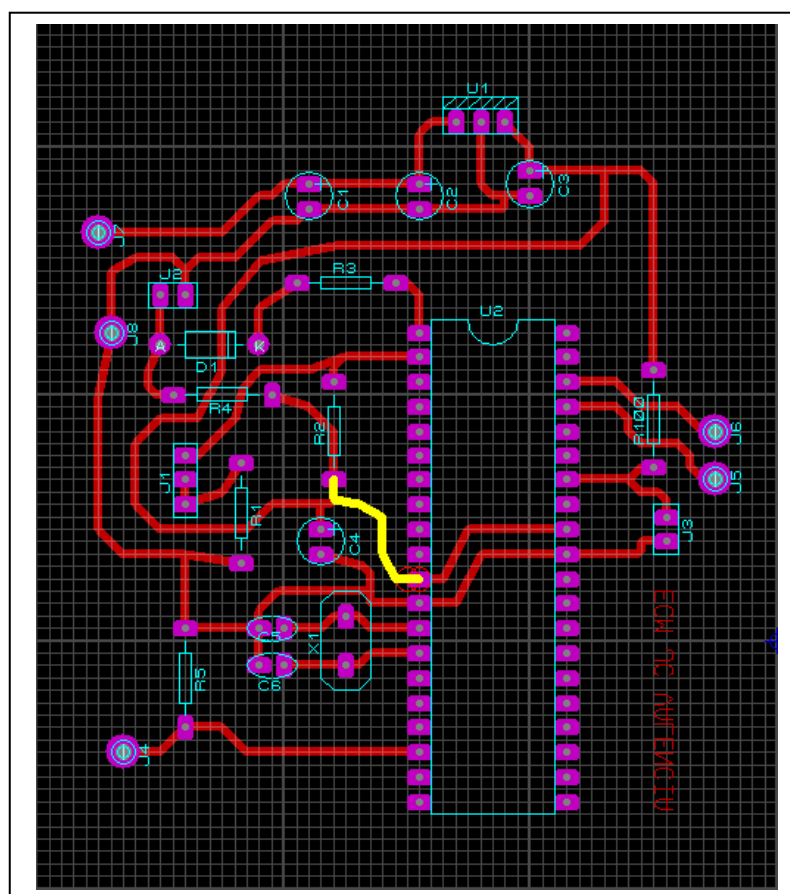


Figura 3.8.- Diseño de la placa electrónica del ECM.

3.14 DISEÑO DEL MÓDULO GATEWAY.

El gateway en el diseño es igual al que se utiliza en el automóvil, sirve para la conversión de la comunicación de un protocolo a otro, es decir, cada uno de los módulos envían o reciben la información a diferentes velocidades de transmisión de datos sirviendo éste como un módulo de compuerta o unión entre dos o más redes.

El gateway fue diseñado en un PIC 16F877A, por el número de entras y salidas que posee dicho microcontrolador.

En la figura 3.9 se observa como se encuentra distribuida nuestra red con respecto al gateway.

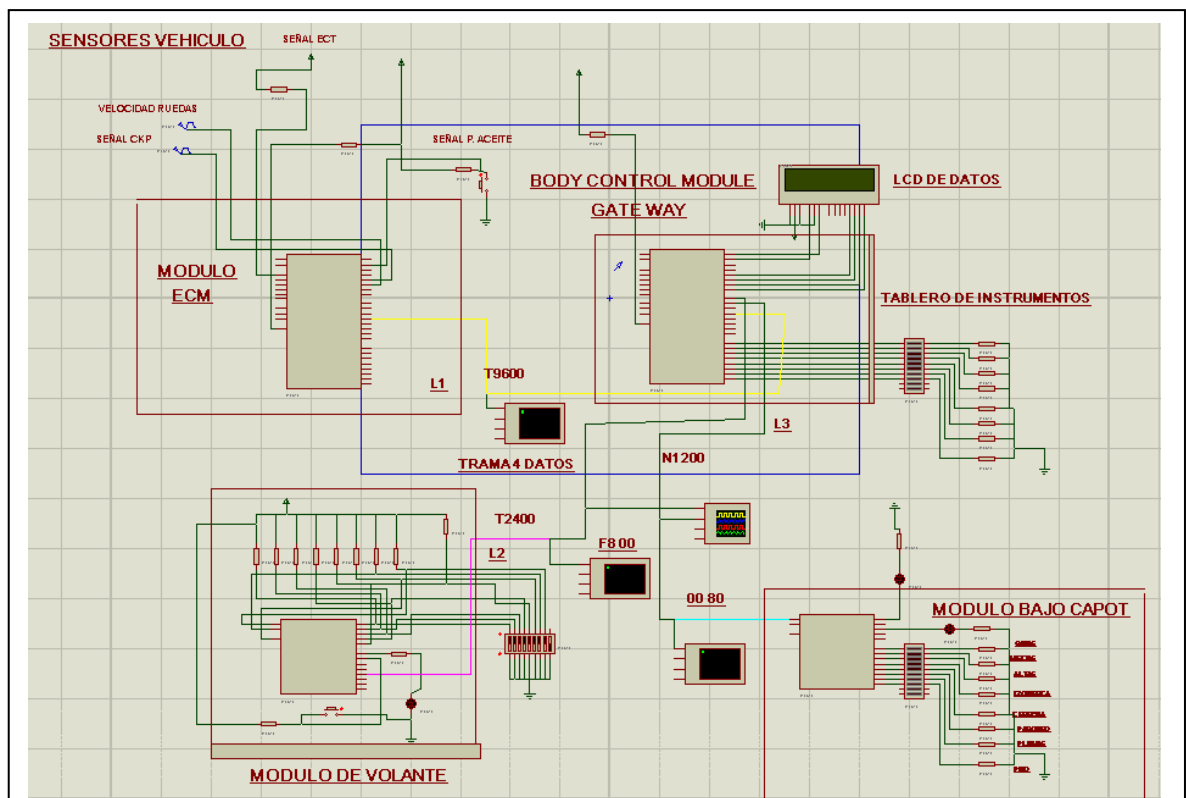


Figura 3.9.- Diagrama esquemático BCM o GATEWAY

El gateway recibe y envía una trama de datos hacia el ECM, el Módulo de Volante, el Módulo bajo el Capot; a su vez enciende las indicaciones luminosas en

el tablero de instrumentos de los diferentes actuadores que se encuentra en el volante como son: el pito, las direccionales, las luces, entre otras.

La tabla III.1 con las velocidades de comunicación entre módulos y el tipo de dato.

Tabla III.1.- Velocidad de comunicación.

Envío	Recepción	Velocidad de transmisión Bits/s	Tipo de dato.
ECM	Gateway	T9600	TRUE
Módulo de Volante	Gateway	N2400	NEGADO
Gateway	Módulo bajo el Capot	N1200	NEGADO

El BCM o Gateway no hace parte de ninguna de estos módulos, solo sirve como traductor para que las demás redes puedan actuar de acuerdo a las distintas condiciones que se presenten en ese momento cada uno de los módulos.

El BCM es el encargado de desplegar los datos reales de las condiciones en que se encuentra el Módulo de control del motor, es decir, éste envía los datos reales de los parámetros de los sensores a un LCD los que podrán ser visualizados en el tablero de instrumentos a través de mensajes. Para el despliegue de datos en el tablero se realiza la conversión matemática en la programación del Gateway de acuerdo a la información de cada sensor como se observará a continuación:

Subrutina para el despliegue del sensor de temperatura del motor ECT:

$$GRA=223$$

$$VY = VY*100$$

$$VY = VY/51$$

$$VY= 4000/Vy$$

Subrutina para el despliegue del sensor de posición del cigüeñal CKP:

CKP:

M4=REVOL/1000

ME4=REVOL//1000

M3=ME4/100

ME3=ME4//100

M2=ME3/10

ME2=ME3//10

M1=ME2

Subrutina para el despliegue del sensor de velocidad VSS:

VSS:

L4=VELOC/1000

LE4=VELOC//1000

L3=LE4/100

LE3=LE4//100

L2=LE3/10

LE2=LE3//10

L1=LE2

Subrutina para el despliegue del sensor de presión de aceite:

PRESION:

IF X=1 THEN GOSUB DESPLE

IF X=0 THEN GOSUB NODESPLE

En la figura 3.10 el diseño del hardware del GATEWAY utilizando el programa ARES.

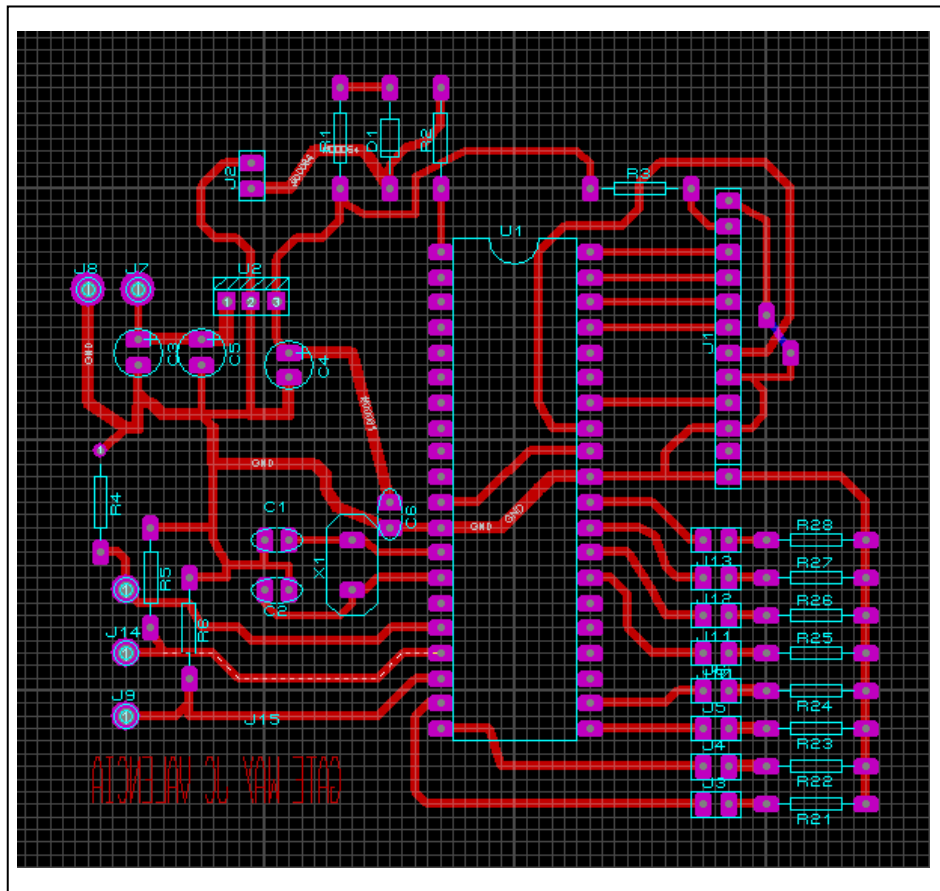


Figura 3.10.- Diseño de la placa electrónica del BCM o GATEWAY

3.15 DISEÑO DEL MÓDULO DEL VOLANTE.

El módulo de volante es aquel que monitorea el estado de sus interruptores, para luego colocar los datos digitales en la red, y de ésta manera el módulo correspondiente activará cada uno de los actuadores correspondientes al dato enviado.

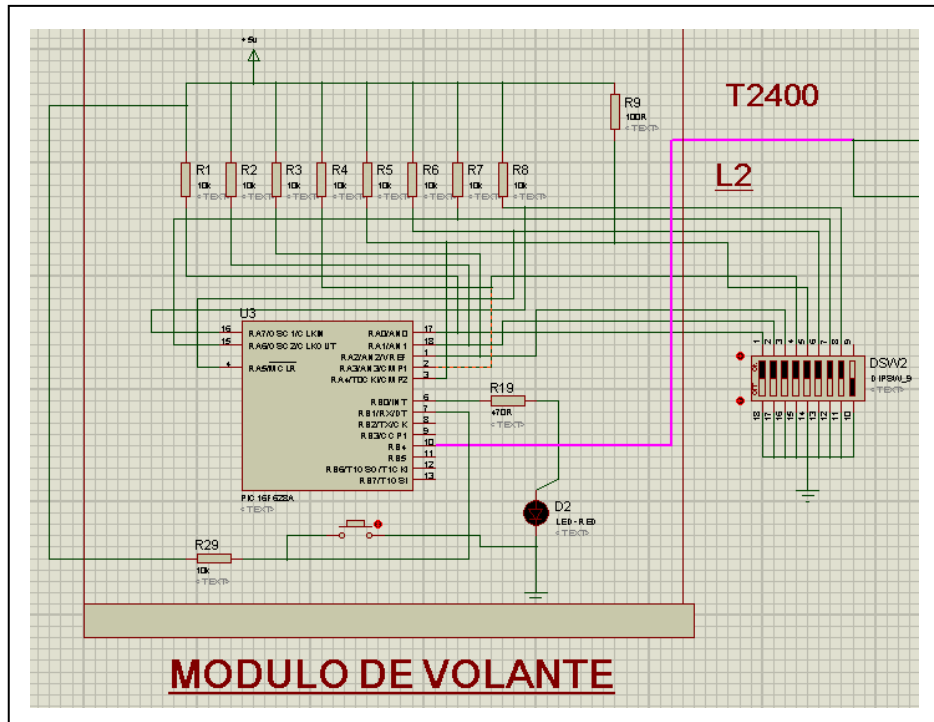


Figura 3.11.- Diagrama esquemático del Módulo de Volante.

El módulo de volante comanda los siguientes interruptores: Pito, direccionales (Izquierda, derecha), Parqueo o Emergencia, Luces (bajas, medias y altas), limpiaparabrisas y vidrios eléctricos.

El módulo de volante envía el estado de los interruptores en una trama digital la cual esta a una velocidad 2400 bits/s negado, es decir que cuando se active un interruptor, el dato caerá de 1 lógico a 0 lógico en una trama de 8 bits. Cada trama de datos será enviada y colocada en la red de acuerdo a la siguiente subrutina:

INICIO

DATO = PORTA

PAUSE 100

IF DATO=0 THEN SEROUT PORTB.4,N2400,[DATO]

IF DATO>0 THEN SEROUT PORTB.4,N2400,[DATO]:GOSUB SENAL

La placa electrónica diseñada se observa en la figura 3.12 siguiente:

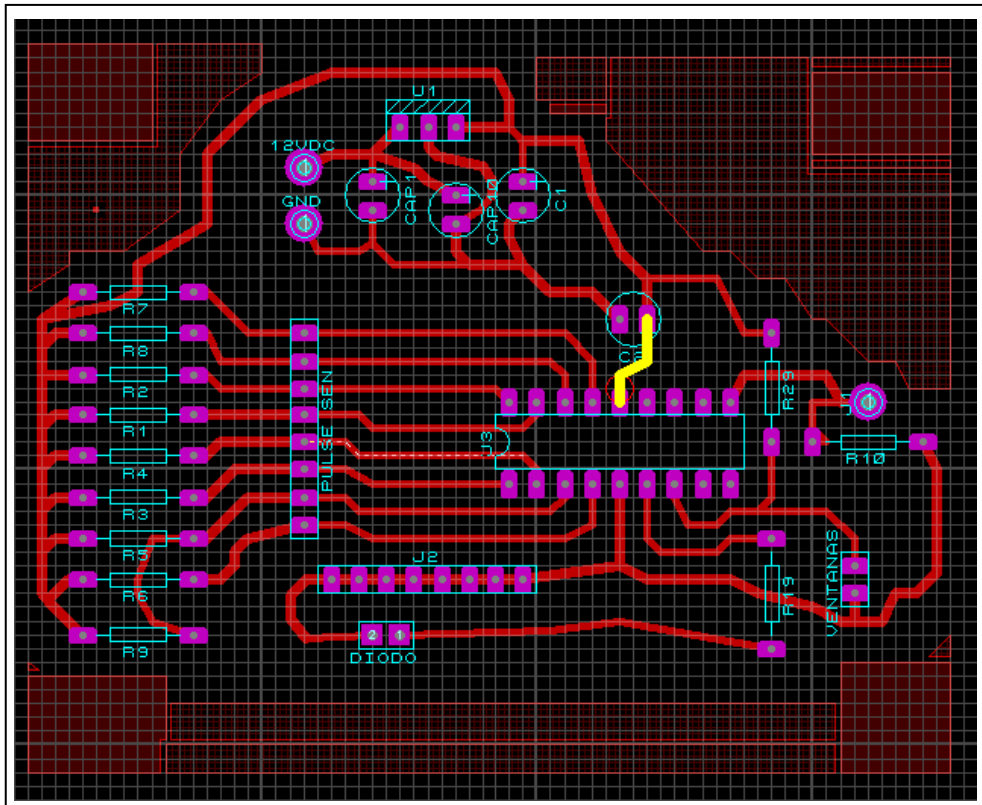


Figura 3.12.- Diseño de la placa electrónica del Módulo de Volante.

3.16 DISEÑO DEL MÓDULO BAJO EL CAPOT.

El módulo bajo el capot funciona recibiendo los datos que le envía el gateway, que tradujo y recibió del módulo del volante, colocando en la red datos que se encuentran en el mismo lenguaje o velocidad de lectura del módulo bajo el capot, para de esta manera poder activar cada uno de los actuadores de acuerdo a la orden recibida.

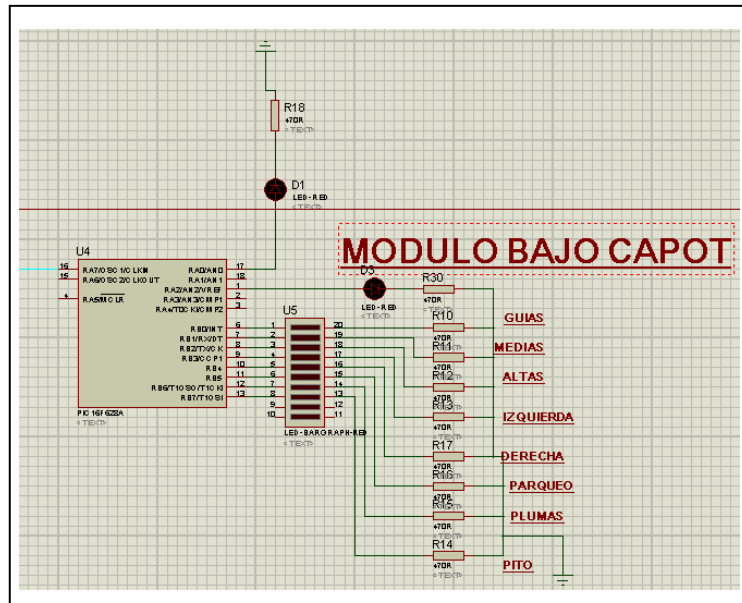


Figura 3.13.- Diagrama esquemático del Módulo bajo el Capot.

El módulo bajo el capot comanda los siguientes actuadores: Pito, direccionales (Izquierda, derecha), Parqueo o Emergencia, Luces (bajas, medias y altas), limpiaparabrisas y vidrios eléctricos.

Éste módulo trabaja con una velocidad de recepción de datos de 1200 bits/s negado encontrándose de esta manera unidad al Gateway por la misma velocidad de transmisión.

El diseño de la recepción de datos digitales se verá a continuación en la siguiente subrutina:

```

SERIN PORTA.7,N1200,DATO
GOSUB DESPLIEGUE
IF DATO>0 THEN GOSUB SENAL
GOTO INICIO.

```

La figura 3.14 muestra el diseño de su placa electrónica.

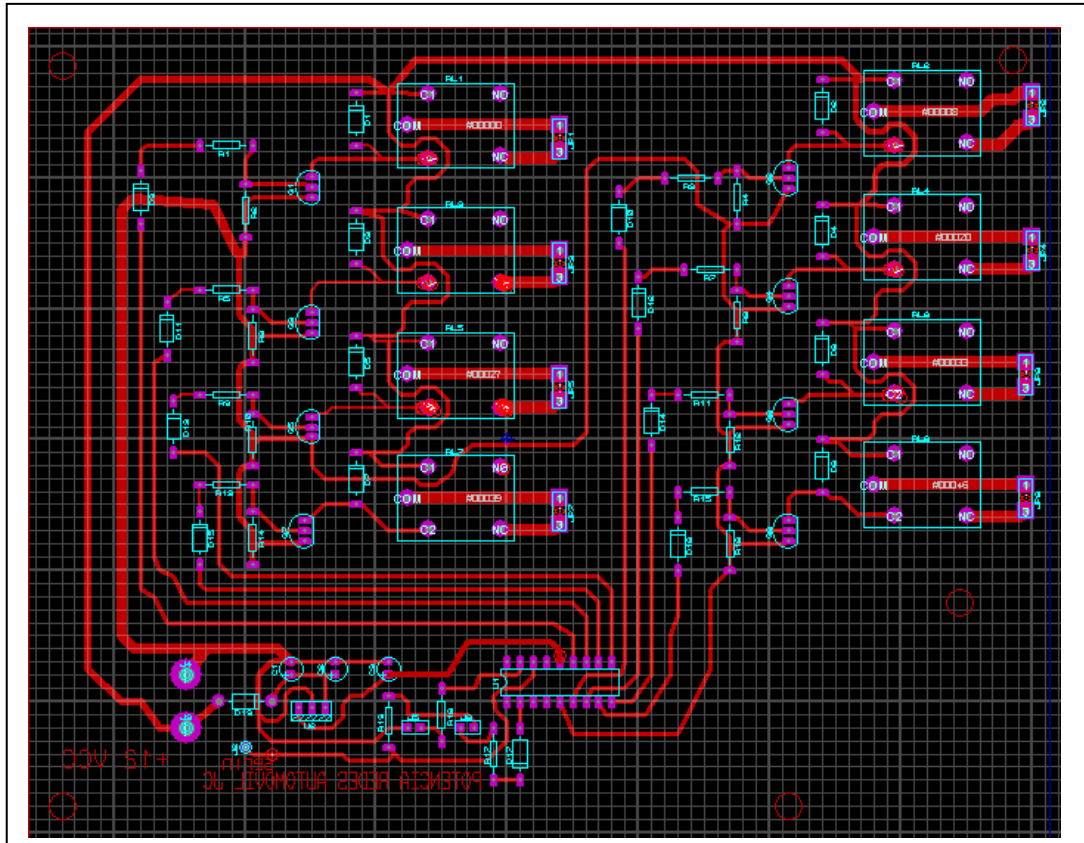


Figura 3.14.- Diseño de la placa Electrónica del Módulo bajo el Capot.

3.17 COMPONENTES SELECCIONADOS.

Para cada circuito se detalla el esquema de la placa electrónica, con la ubicación de los componentes electrónicos que ésta posee, y además, se detalla la lista de todos los componentes que se utilizaron en la construcción de cada módulo del prototipo.

3.17.1 MÓDULO DE CONTROL DE MOTOR ECM.

En la figura 3.15 se muestra la ubicación de todos sus componentes electrónicos, seguido la tabla III.2 donde se encuentra el listado de los componentes a utilizar.

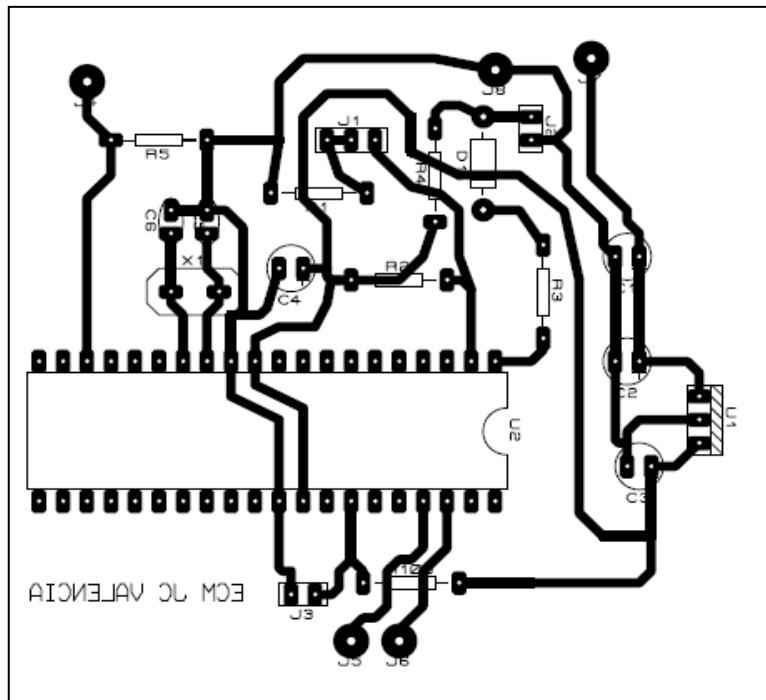


Figura 3.15.- Diseño de la placa electrónica con sus componentes del ECM.

Tabla III.2 Lista de componentes electrónicos del ECM

6 Resistencias				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencia</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
6	R1-R5, R100	4k7	0,15	0,90
6 Condensadores				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencia</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
4	C1-C4	1uF	0,25	1,00
2	C5, C6	1nF	0,25	0,90
2 Circuitos Integrados				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencia</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
1	U1	7805	1,25	1,25
1	U2	PIC16F877A	12,00	12,00
1 Diodos				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
1	D1	1N4007	0,30	0,30

9 Varios				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
1	J1	CONN-SIL3	0,50	0,50
2	J2, J3	CONN-SIL2	0,50	1,00
5	J4-J8	PIN	0,50	2,50
1	X1	CRYSTAL	2,00	2,00

3.17.2 MÓDULO DE VOLANTE.

En la figura 3.16 se observa la ubicación de todos sus componentes electrónicos, seguido la tabla III.3 donde se detalla el listado de los componentes a utilizar.

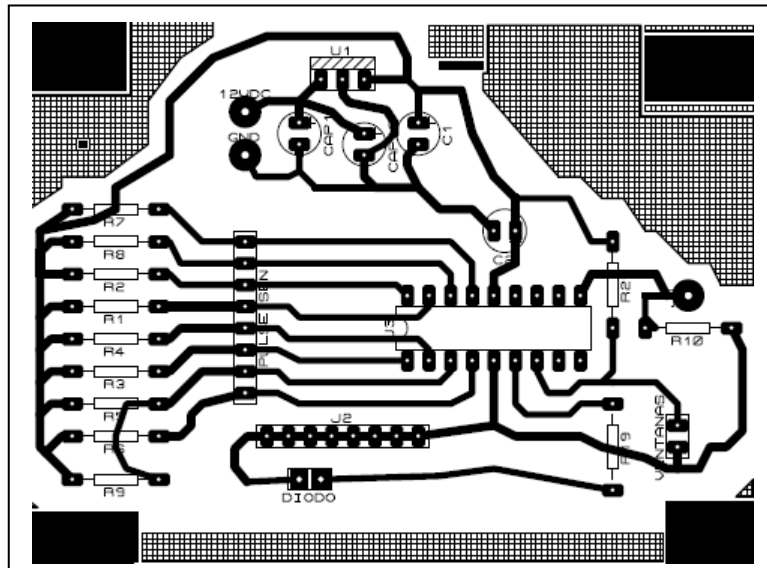


Figura 3.16.- Diseño de la placa electrónica con sus componentes del Módulo de volante.

Tabla III.3 Lista de componentes electrónicos del Módulo de volante.

11 Resistencias				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencia</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
8	R1-R8,R29	10K	0,15	1,20
1	R9	100	0,15	0,15
2	R10,R19	470	0,15	0,30

4 Condensadores				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencia</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
2	C1,C2	1uF	0,25	0,50
2	Cap1, Cap10	1uF	0,25	0,50
2 Circuitos Integrados				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencia</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
1	U1	7805	1,25	1,25
1	U2	PIC16F628A	8,00	8,00
1 Diodos				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
1	D1	1N4007	0,30	0,30
9 Varios				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
1	J1	CONN-SIL3	0,50	0,50
2	J2, J3	CONN-SIL2	0,50	1,00
5	J4-J8	PIN	0,50	2,50
1	X1	CRYSTAL	2,00	2,00

3.17.3 MÓDULO GATEWAY.

En la figura 3.17 se muestra la ubicación de todos sus componentes electrónicos, seguido la tabla III.4 donde se encuentra el listado de los componentes a utilizar.

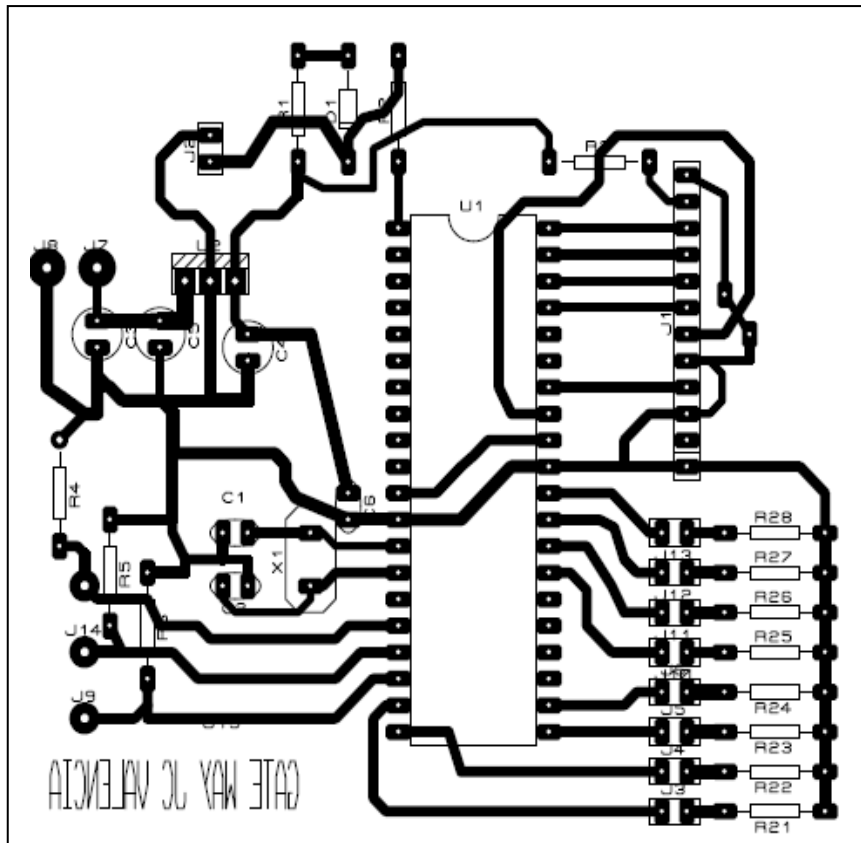


Figura 3.17.- Diseño de la placa electrónica con sus componentes del Módulo GATEWAY.

Tabla III.4 Lista de componentes electrónicos del GATEWAY.

14 Resistencias					
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>	
1	R1	10K	0,15	0,15	
12	R2, R4-R6, R21-R28	470R	0,15	1,80	
1	R3	10R	0,15	0,15	
6 Condensadores					
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>	
3	C1, C2, C6	1nF	0,25	0,75	
2	C3, C4	1uF	0,25	0,50	
1	C5	10uF	0,25	0,25	

3 Circuitos integrados.				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
1	U1	PIC16F877A	12,00	12,00
1	U2	7805	1,25	1,25
1	U6	LED-BARGRAPH- RED	2,00	2,00
1 Diodos				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
1	D1	1N4148	0,30	0,30
17 Varios				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
1	J1	CONN-SIL12	0,50	0,50
9	J2-J6, J10-J13	CONN-H2	0,50	4,50
5	J7-J9, J14, J15	PIN	0,50	2,50
1	LCD1	LM016L	0,50	0,50
1	X1	CRYSTAL	2,00	2,00

3.17.4 MÓDULO BAJO EL CAPOT.

En la figura 3.18 se muestra la ubicación de todos sus componentes electrónicos, seguido la tabla III.5 donde se encuentra el listado de los componentes a utilizar.

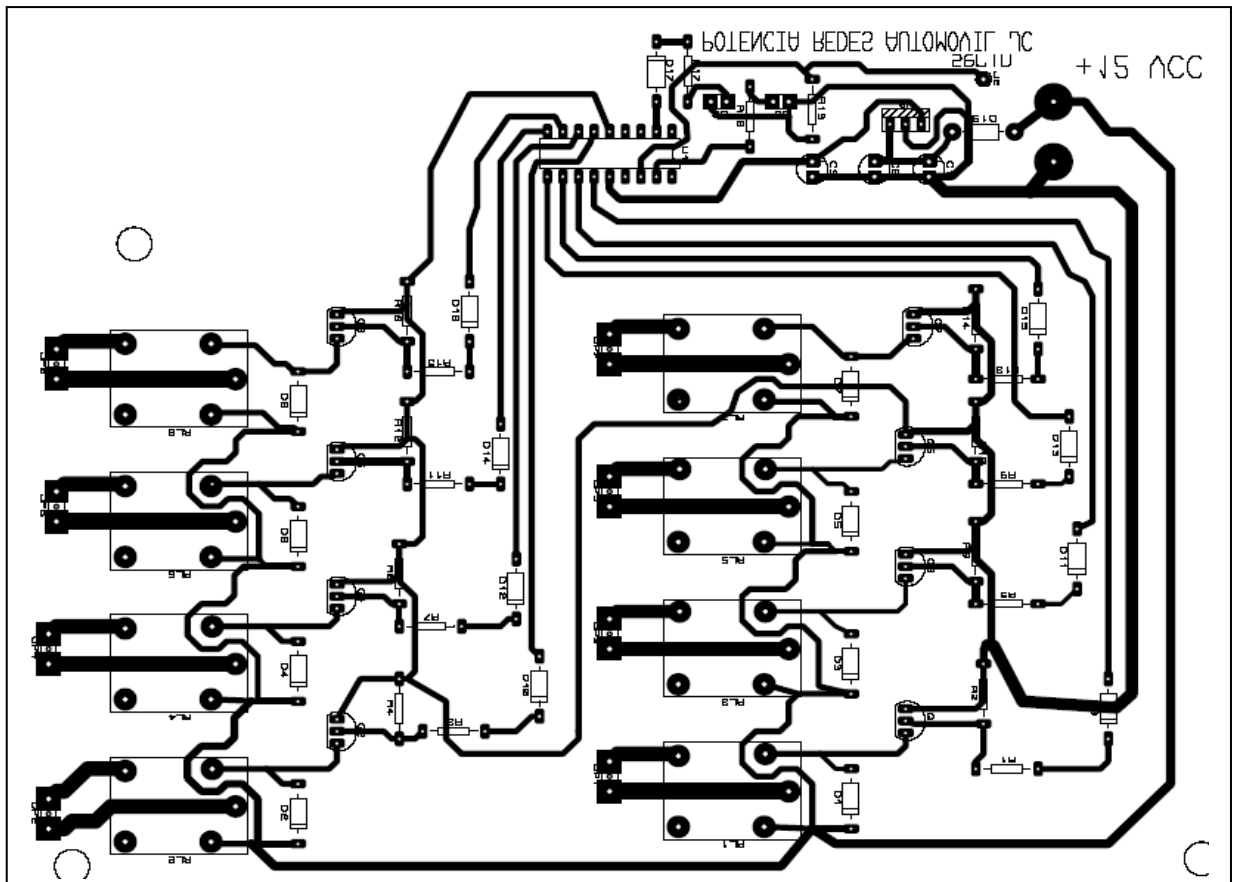


Figura 3.18.- Diseño de la placa electrónica con sus componentes del Módulo bajo el capot.

Tabla III.5 Lista de componentes electrónicos del Módulo bajo el capot.

19 Resistencias				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
8	R1, R3, R5, R7, R9, R11, R13, R15	1k2	0,15	1,20
8	R2, R4, R6, R8, R10, R12, R14, R16	10k	0,15	1,20
2	R17, R18	3k3	0,15	0,30
1	R19	470R	0,15	0,15
3 Condensadores				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
3	C1-C3	1uF	0,25	0,75

2 Circuitos integrados				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
1	U1	PIC16F628A	8,00	8,00
1	U2	7805	1,25	1,25
8 Transistores				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
8	Q1-Q8	2N3904	0,25	2,00
20 Diodos				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
9	D1-D8, D19	1N4002	0,30	2,70
9	D9-D17	1N4007	0,30	2,70
2	D18, D20	LED-RED	0,20	0,40
21 Varios				
<u>Cantidad:</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Precio (\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
1	J1	CONN-SIL3	0,50	0,50
1	J2	TERMINAL	0,50	0,50
2	J3, J4	PIN	0,50	1,00
2	J5, J6	CONN-H2	0,50	1,00
7	JP2-JP8	JUMPER2	0,50	3,50
8	RL1-RL8	TEXTELL-KBE- 12V	0,70	5,60

3.18 PRUEBAS EN PROTOBOARD.

Para la construcción de las placas electrónicas se ensambló en protoboard cada uno de los módulos, de esta manera se evita tener errores tanto en la parte de diseño como de control, corrigiendo todos los fallos que se presente durante las pruebas, y de esta manera, realizar de forma más segura el fotograbado de cada una de las placas.

Cada PIC fue grabado con su programación correspondiente, utilizando el grabador de PICs WINPIC800 3.55G.

Se instala cada uno de los sensores del ECM como se puede observar en la figura 3.19, probando el funcionamiento individual de cada uno de ellos con un equipo de medición.

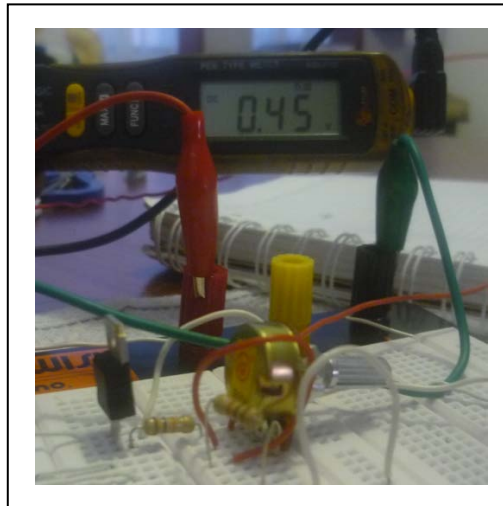


Figura 3.19.- ECM

Seguidamente se ensambló el módulo de volante, figura 3.20, colocando leds luminosos para observar la conexión y desconexión de los interruptores que van a ser simulados.

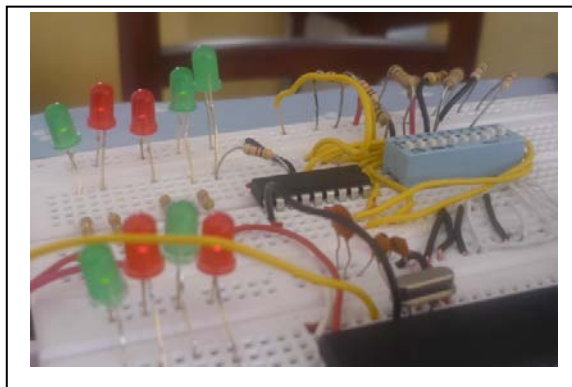


Figura 3.20.- Módulo de volante.

Al ensamblar el módulo bajo el capot, figura 3.21, se colocan leds luminosos los cuales representan cada uno de los actuadores que comanda dicho módulo.

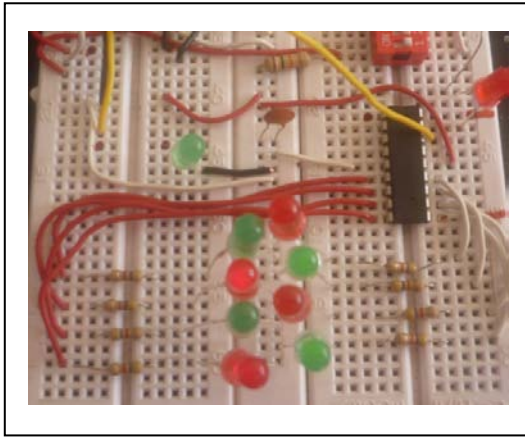


Figura 3.21.- Módulo bajo el capot.

El módulo GATEWAY se armó con su respectivo LCD de despliegue, figura 3.22, y la conexión de red a cada uno de los módulos que le correspondan.

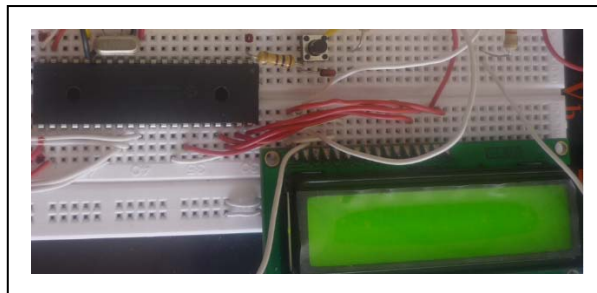


Figura 3.22.- Módulo GATEWAY

Ya armado todos los módulos y revisado cada una de las conexiones, se alimento de voltaje, figura 3.23, observando el funcionamiento del prototipo.

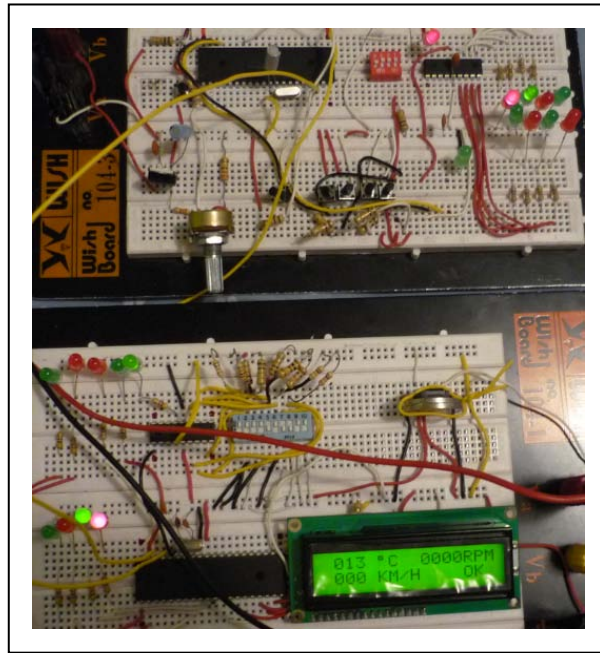


Figura 3.23.- Prototipo de Red

Después de varias horas de funcionamiento y realizando las pruebas necesarias y comprobaciones de la red con equipos de medición como osciloscopio, se procedió a realizar el fotograbado de las placas electrónicas como se observa en la figura 3.24

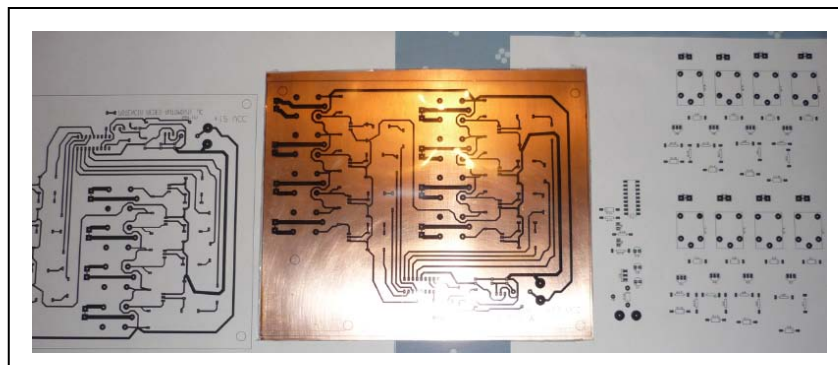


Figura 3.24.- Fotograbado placas electrónicas.

Se concluye el trabajo con el armado de todos sus componentes electrónicos en las placas ya fabricadas, figura 3.25.

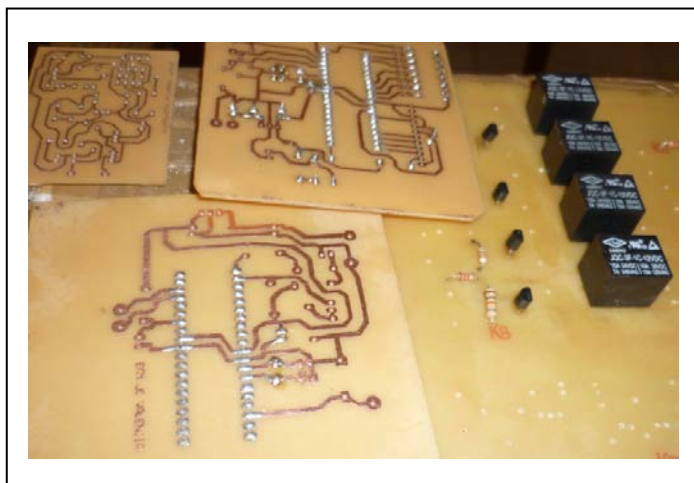


Figura 3.25.- Ensamblaje de los componentes en las placas electrónicas.

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE RED MULTIPLEXADA.

4.1 PROCESO DE ENSAMBLE.

Para la construcción del prototipo se elaboró una estructura metálica de 1,05 metro de ancho por 0.67 metro de alto como en la figura 4.1, la cual sostiene el tablero que posee todos los componentes que van a ser activados por nuestra red.



Figura 4.1.- Diseño de la estructura metálica.

El tablero del prototipo es una caja de madera de 1,05 metro de ancho por 1,35 de alto y 0,23 m de profundidad, sobre la cual se coloca el diseño gráfico de nuestro prototipo, además, se instala todos sus accesorios, actuadores, interruptores e indicadores de funcionamiento de la red como en la figura 4.2.



Figura 4.2.- Diseño del tablero.

4.1.1 MONTAJE DE LAS PLACAS ELECTRÓNICAS.

Para el montaje de las placas electrónicas se toma en cuenta la cercanía de estas a las borneras, debido a que es donde se toma los datos y se observa el funcionamiento y cambio de la red.

Se observa en la figura 4.3 la colocación de la placa de potencia o Módulo bajo el capot.

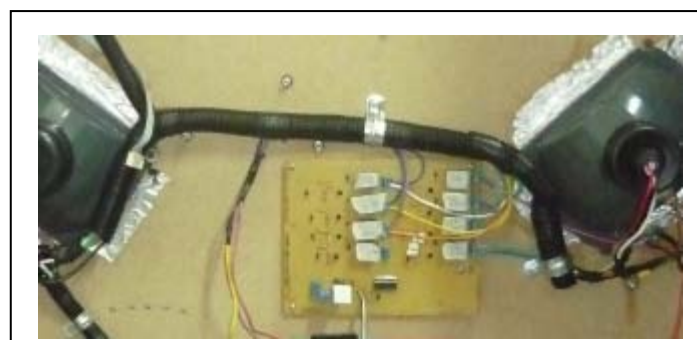


Figura 4.3.- Ubicación de la placa electrónica del Módulo bajo el Capot.

En la figura 4.4 se observa la posición de montaje sobre el tablero, este corresponde al Módulo bajo el volante.

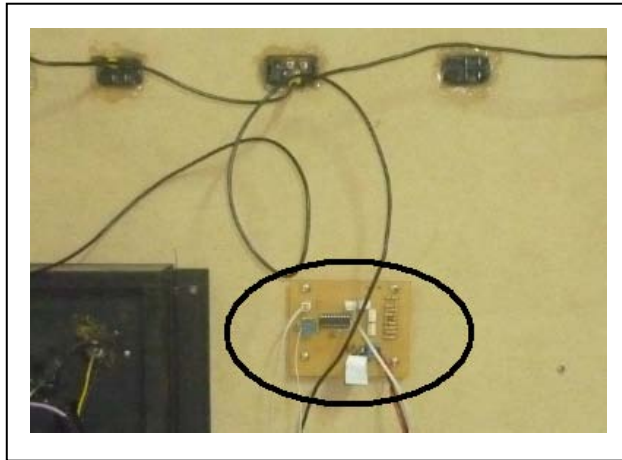


Figura 4.4.- Ubicación de la placa electrónica del Módulo bajo el volante.

El módulo de control de motor o ECM se encuentra colocado al lado derecho del módulo de volante como se observa en la figura 4.5.

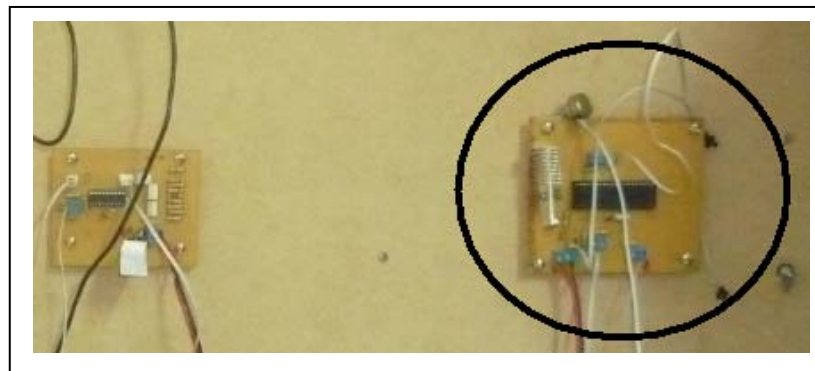


Figura 4.5.- Ubicación de la placa electrónica del Módulo ECM.

El módulo GATEWAY encarga de enlazar todos estos módulos se encuentra colocado bajo el módulo de volante como se observa en la figura 4.6.

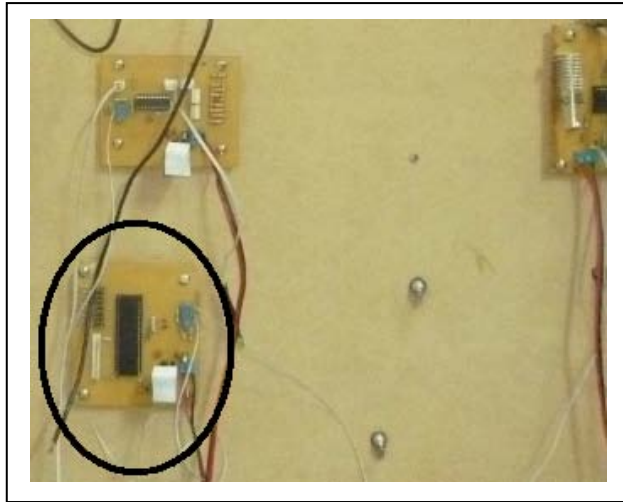


Figura 4.6.- Ubicación de la placa electrónica del Módulo GATEWAY.

Colocadas las placas electrónicas se procede a instalar el cableado de la alimentación de voltaje, de la red, de los interruptores hacia el módulo de volante y los componentes que van a ser activados por el Módulo bajo el capot como se indica en la figura 4.7.

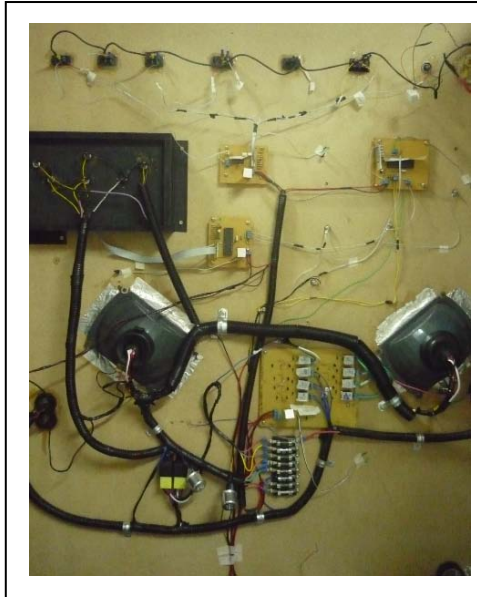


Figura 4.7.- Instalación del cableado eléctrico.

4.2 DESARROLLO DE DATA LINE COMPUTER.

El desarrollo del Data Line Computer es la representación esquemática detallada de las conexiones del circuito.

Mediante representación sinóptica de los diferentes recorridos de la información, muestra el modo de acción del circuito. En el esquema de circuito, la representación sinóptica de la función, facilitará la lectura del circuito, la ubicación lógica de cada componente a su módulo y finalmente la correcta conexión eléctrica del circuito diseñado.

La representación eléctrica de nuestro prototipo esta diseñada de acuerdo a la Norma internacional DIN:

- Simbología de contacto en el sistema eléctrico del automóvil Norma DIN 40900.
- Identificación de secciones Norma DIN 40719.
- Designación de bornes Norma DIN 72552

En la tabla están todas las denominaciones de las secciones del capítulo, tanto zonas definidas dentro de los esquemas del circuito, sus apartados y su identificación con el número de sección correspondiente, anexo B

4.3 INTERPRETACIÓN DE DATA LINE COMPUTER.

Para la interpretación del Data Line Computer se explica cada uno de diagramas de acuerdo a su construcción y su propósito.

4.3.1 DATA LINE COMPUTER – GENERAL.

El diagrama se encuentra la ubicación y su conexión de la Red con los diferentes módulos del prototipo diseñado.

Los módulos se encuentran conectados en diferentes configuraciones de redes, así, el ECM o Módulo de control del Motor se encuentra en una configuración de red tipo lineal con El BCM o GATEWAY. El GATEWAY se encuentra conectado en una configuración de red tipo estrella con el Módulo de Volante y el módulo bajo el Capot.

En cada uno de estos módulos se encuentra la ubicación exacta en la cual se colocó cada módulo, para de esta manera poder ubicarlos, repararlos y diagnosticarlos de la manera más fácil posible.

4.3.2 DATA LINE COMPUTER – SECCIÓN 1

La sección 1 es el Módulo de Control del Motor o ECM, en la cual se encuentran dibujados cada uno de los componentes que éste posee.

Como podemos ver el ECM posee cuatro sensores que generan señales simuladas del comportamiento del motor y del vehículo, así tenemos:

- Sensor de posición del cigüeñal o CKP, B1.
- Sensor de velocidad del vehículo o VSS, B2.
- Sensor de temperatura del vehículo o ECT, B3.
- Sensor de Presión de aceite del motor, S1.

Cada uno de estos sensores tiene su alimentación, señal y masa como se explica en el diagrama.

Debemos observar que cada sensor y el módulo de control del motor funcionan con una alimentación de 5 voltios y no los 12V de batería o de contacto.

Se debe observar también que el ECM se encuentra conectado con el módulo BCM O GATEWAY como se indica en el diagrama, posición 11 identificación X2.

4.3.3 DATA LINE COMPUTER – SECCIÓN 2.

La sección 2 es el BCM o GATEWAY, el cual es el módulo traductor de toda la red.

Al GATEWAY se encuentra comunicado en red con los X1, Módulo de control del motor; X3, Módulo de volante y X4, Módulo bajo el Capot. A su vez el GATEWAY envía datos de los sensores al tablero de instrumentos P1, donde se visualiza en forma numérica en su indicador.

Este módulo se encuentra también con su propio regulador de tensión para su alimentación de tensión la cual es de un voltaje de 5 voltios.

4.3.4 DATA LINE COMPUTER – SECCIÓN 3.

En la sección 3 se puede observar el diagrama esquemático del módulo de volante.

Este módulo se encuentra conectado en red con X2 o BCM, y también controla la activación y desconexión de cada uno de los interruptores del volante, para de esta manera poder comunicar mediante trenes de pulso el estado de sus interruptores y la posible activación de cada uno de sus actuadores.

El regulador de voltaje es el encargado de alimentar al GATEWAY con su tensión de referencia de 5 voltios.

4.3.5 DATA LINE COMPUTER – SECCIÓN 4.

La sección 4 es la del Módulo bajo el Capot, la cual indica la activación de todos sus actuadores de acuerdo al dato que le indicó el GATEWAY, que recibió a su vez, el dato que le envía el módulo del volante.

Cada uno de sus actuadores se encuentra representados de acuerdo a la simbología de conexión general de la norma DIN.

Su conexión de red se la encuentra representada por la identificación X2 o GATEWAY.

4.3.6 DATA LINE COMPUTER – SECCIÓN X4.

La identificación X4 es la representación de potencia de la placa electrónica.

Se puede observar que el microcontrolador se encuentra alimentado por el regulador de tensión de 5 voltios.

La parte de potencia es activada por el microcontrolador, es decir, los relés se activan de acuerdo al dato que recibe el microcontrolador, realizando la activación o desactivación de los actuadores colocados en las diferentes partes del prototipo de red multiplexada. Los actuadores que van a ser activados funcionan con una tensión de 12 voltios y utilizan una corriente entre 2 y 10 amperios, por está razón es la utilización de relés.

4.4 IDENTIFICACIÓN DE TRENES DE PULSOS.

Los trenes de pulsos son los datos enviados por cada uno de los módulos. Este dato es una señal de tensión o bien alta o baja en un rango de 0 a 5 voltios, colocados uno a continuación del otro dependiendo de la trama de datos.

Cada dato puede ser enviado y receptado a distintas velocidades de comunicación, de acuerdo a las prioridades de activación de cada módulo o de cada actuador. En nuestro prototipo no se tomó en cuenta las prioridades de las activaciones, sino que se comuniquen a diferentes velocidades para ver la diferencia existente entre un dato con otro o de una velocidad con otra.

4.5 OBTENCIÓN DE TRENES DE PULSOS CON OSCILOSCOPIO.

Para la obtención de los trenes de pulsos se utilizó como se ah mencionado anteriormente un osciloscopio teniendo como resultado los siguientes datos:

4.5.1 TIPO DE SEÑAL Y UBICACIÓN DEL SENSOR DE PRESIÓN DE ACEITE.

A continuación se observa en la figura 4.8 la bornera del sensor de presión de aceite, en la figura 4.9 se observa el dato de dicho componente.

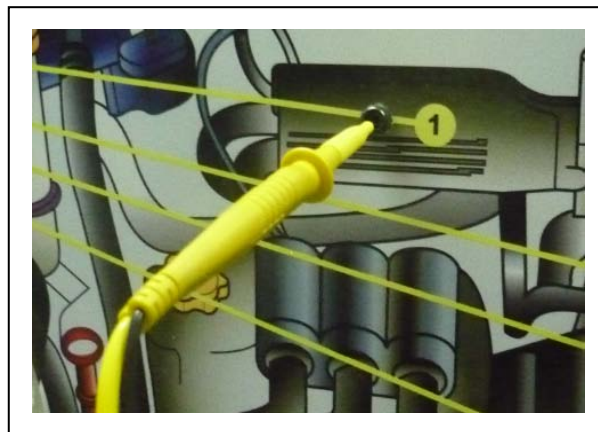


Figura 4.8.- Bornera de la presión de aceite.



Figura 4.9.- Dato del sensor de presión de aceite.

4.5.2 TIPO DE SEÑAL Y UBICACIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE.

En la figura 4.10 se observa la bornera del sensor de temperatura del refrigerante, en la figura 4.11 se observa el dato de dicho componente.

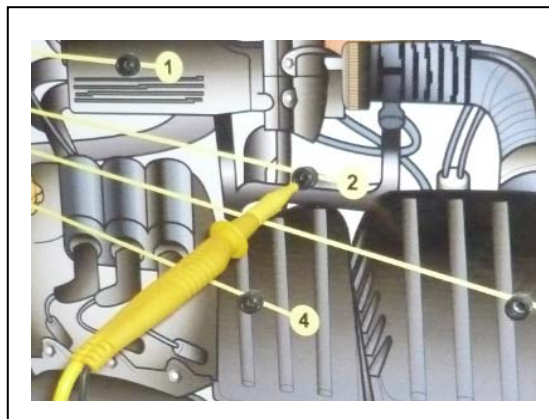


Figura 4.10.- Bornera del sensor de temperatura del refrigerante.

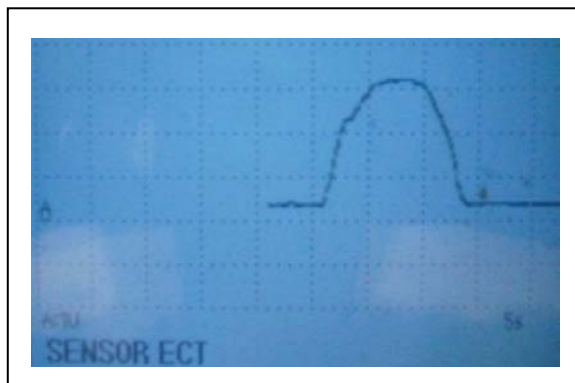


Figura 4.11.- Dato del sensor de temperatura del refrigerante.

4.5.3 TIPO DE SEÑAL Y UBICACIÓN DEL SENSOR DE VELOCIDAD DEL VEHÍCULO.

En la figura 4.12 se observa la bornera del sensor de velocidad del vehículo, en la figura 4.13 se observa el dato de dicho componente.

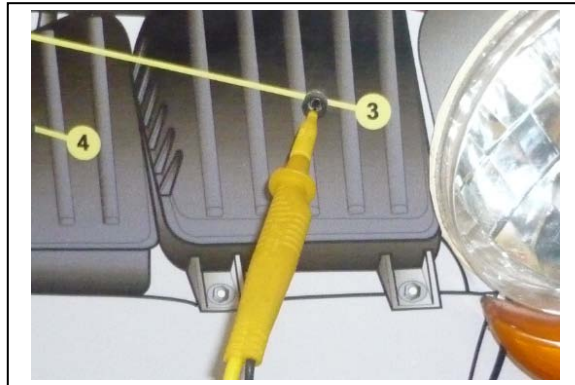


Figura 4.12.- Bornera del sensor de velocidad del vehículo.

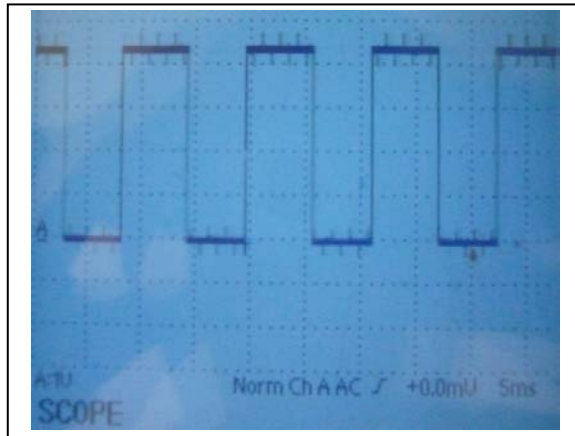


Figura 4.13.- Dato del sensor de velocidad del vehículo.

4.5.4 TIPO DE SEÑAL Y UBICACIÓN DEL SENSOR DEL CIGÜEÑAL DEL VEHÍCULO.

En la figura 4.14 se observa la bornera del sensor del cigüeñal, en la figura 4.15 se observa el dato de dicho componente.

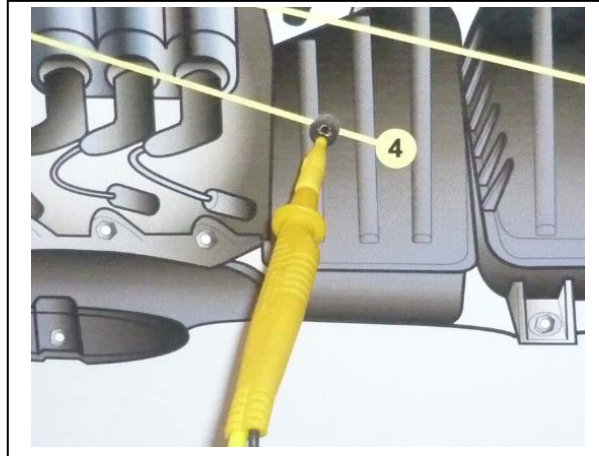


Figura 4.14.- Bornera del sensor del cigüeñal.

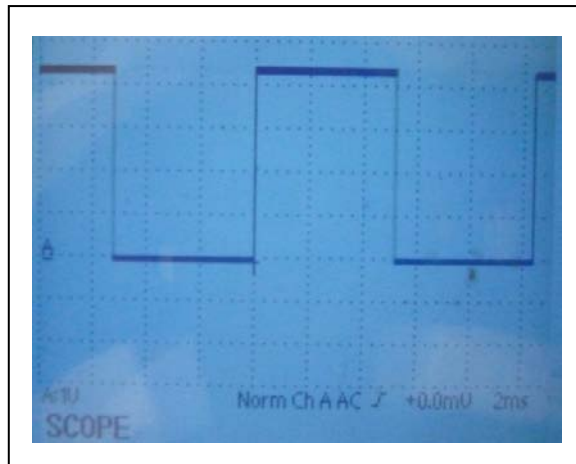


Figura 4.15.- Dato del sensor del cigüeñal.

4.5.5 TIPO DE SEÑAL Y UBICACIÓN DEL CABLE DE DATO ENTRE EL MÓDULO DE VOLANTE Y EL GATEWAY.

En la figura 4.16 se observa la bornera de la red de comunicación entre el Módulo de volante y el GATEWAY, en la figura 4.17 se observa el dato de la red.

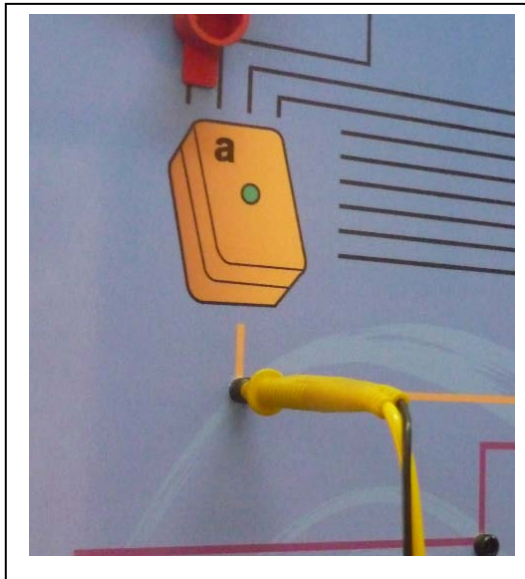


Figura 4.16.- Bornera de la red de comunicación entre el Módulo de volante y el GATEWAY.

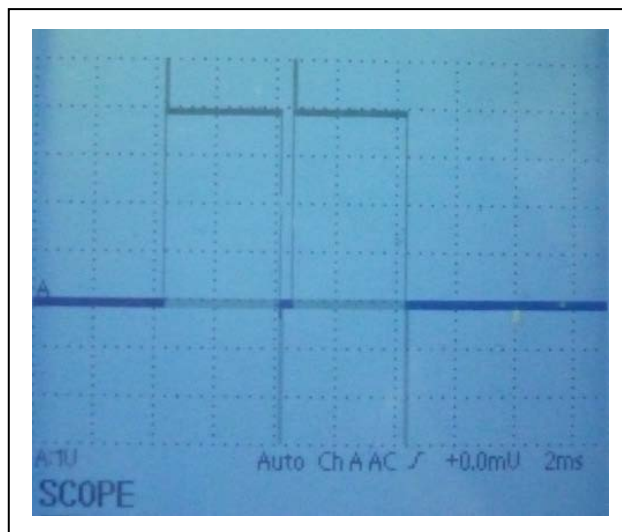


Figura 4.17.- Dato de la red de comunicación entre el Módulo de volante y el GATEWAY.

4.5.6 TIPO DE SEÑAL Y UBICACIÓN DEL CABLE DE DATO ENTRE EL MÓDULO ECM Y EL GATEWAY.

En la figura 4.18 se observa la bornera de la red de comunicación entre el Módulo ECM y el GATEWAY, en la figura 4.19 se observa el dato de la red.

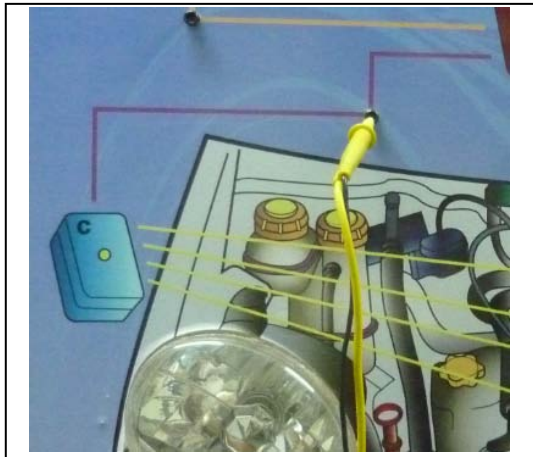


Figura 4.18.- Bornera de la red de comunicación entre el Módulo ECM y el GATEWAY.

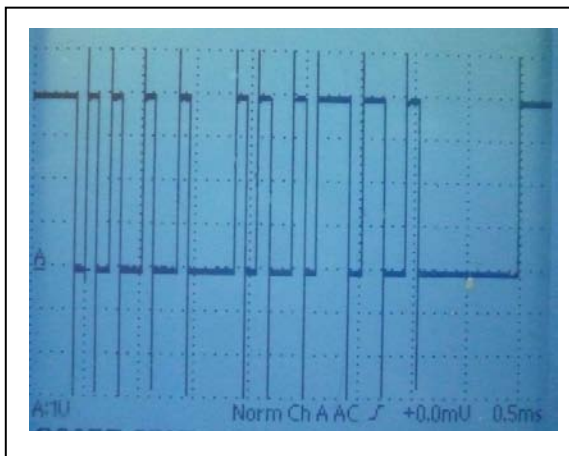


Figura 4.19.- Dato de la red de comunicación entre el Módulo ECM y el GATEWAY.

4.5.7 TIPO DE SEÑAL Y UBICACIÓN DEL CABLE DE DATO ENTRE EL GATEWAY Y EL MÓDULO BAJO EL CAPOT.

En la figura 4.20 se observa la bornera de la red de comunicación entre el Módulo GATEWAY y el Módulo bajo el capot, en la figura 4.21 se observa el dato de la red.

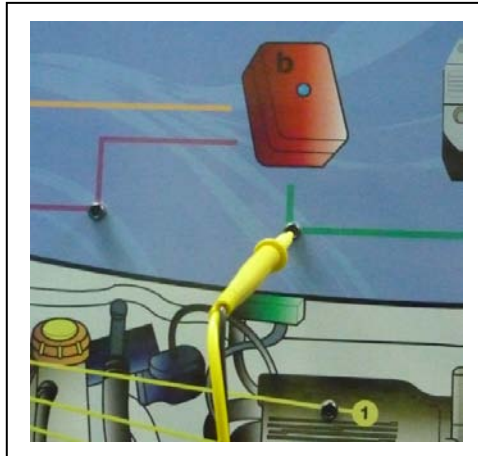


Figura 4.20.- Bornera de la red de comunicación entre el Módulo GATEWAY y el Módulo bajo el capot.

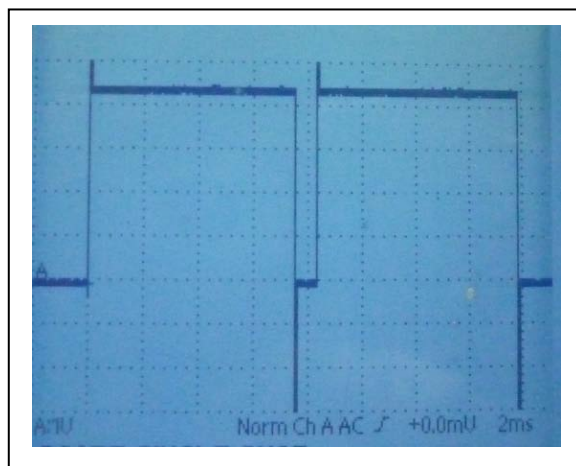


Figura 4.21.- Dato de la red de comunicación entre el Módulo GATEWAY y el Módulo bajo el capot.

4.6 RECEPCIÓN, VALIDACIÓN Y UTILIZACIÓN DE SEÑALES.

Los datos generados por cada módulo son utilizados por los microcontroladores para la activación y desactivación de los actuadores colocados en nuestro prototipo, así como, para la visualización en un display del tablero de instrumentos del estado de los sensores que se encuentran simulando las condiciones del motor y del vehículo.

Los trenes de pulsos o datos sólo se los puede observar, debido a que es complicado descifrar que significa cada dato o que es lo que el microcontrolador

dice al otro módulo, es decir, sólo se podrá observar la variación del tren de pulsos más no su interpretación.

Los datos enviados y receptados por cada microcontrolador lo realiza en una trama de 8 bits en nuestro prototipo de red multiplexada.

Los datos se los puede observar mediante osciloscopio, de esta manera validamos la señal envía, observamos la trama de datos que va a ser entregada al módulo adecuado con su respectiva orden de activación de desactivación de los actuadores, para finalmente de esta manera poder observar y utilizar el dato y saber que cada módulo se encuentra en funcionamiento y comunicando la orden que le envía.

Todos estos trenes de pulsos o datos son enviados por un solo cable al módulo que le corresponda, para así conformar la red del prototipo diseñada.

4.7 PRUEBAS DEL PROTOTIPO DE RED MULTIPLEXADA.

Las pruebas que se las pueden realizar a nuestro prototipo de red multiplexada es observar la trama de datos, ver su variación de información cada vez que se active o se desactive un interruptor, observar cuando un módulo envía información hacia el GATEWAY, reconocer cuando el traductor envía la trama de datos hacia el módulo de potencia o bajo el capot, así como también, la variación de las señales de los sensores simulados.

4.7.1 SEÑALES DE ENTRADA DEL ECM.

Las señales de entrada del ECM son las señales de los cuatro sensores simulados como son: señal del sensor de Presión de Aceite, señal del sensor de Temperatura del Refrigerante, señal del sensor de Velocidad de Vehículo, señal del sensor del Cigüeñal.

4.7.1.1 Señal de presión de aceite del motor.

Existen dos señales de presión del motor una señal en buen estado u OK figura 4.22 y la señal de presión baja en el sistema o LOW figura 4.23. Esta señal de presión se encuentra en 5 voltios para un buen estado y 0 voltios para un sistema de baja presión.

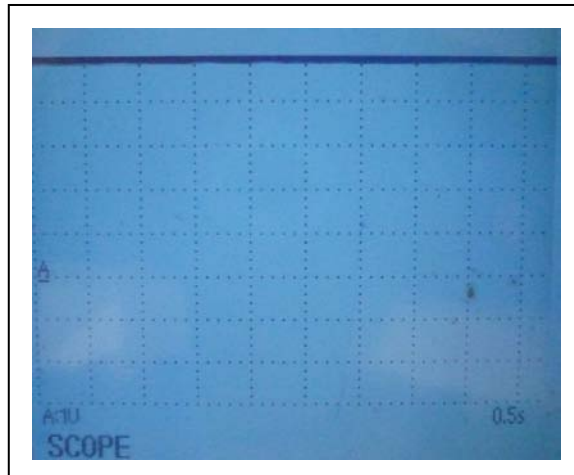


Figura 4.22.- Señal del sensor de presión de aceite (OK).

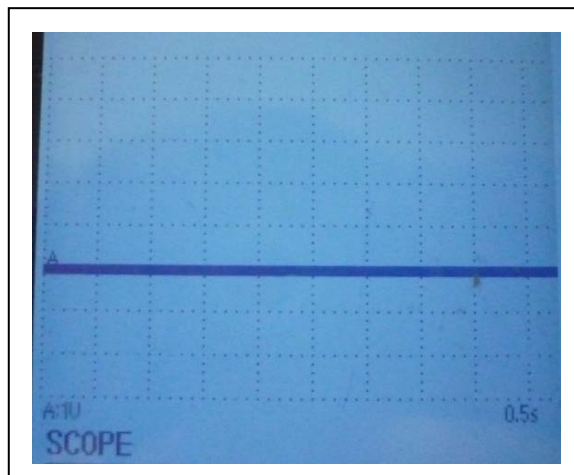


Figura 4.23.- Señal del sensor de presión de aceite (LOW)

4.7.1.2 Señal del sensor de temperatura del refrigerante.

Esta señal simulada varía en voltaje entre 0.5 y 3.5 voltios como se muestra en la figura 4.24. Su voltaje más bajo corresponde a una temperatura de 22 °C, mientras que su voltaje más alto corresponde a una temperatura de 129 °C.

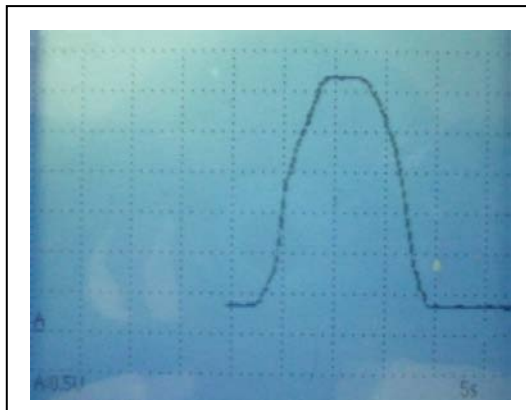


Figura 4.24.- Señal del sensor de temperatura del refrigerante.

4.7.1.3 Señal del sensor de velocidad del vehículo.

Esta es una señal digital, nos da una variación de velocidad de acuerdo a la posición de un potenciómetro ubicado en la parte posterior debajo del tablero de red.

La velocidad varía en frecuencia, es decir a diferentes velocidades diferentes frecuencias como se puede observar en las figuras 4.25 y figura 4.26.

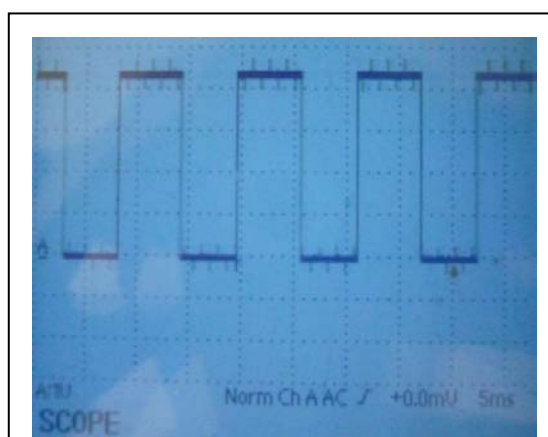


Figura 4.25.- Señal del sensor de velocidad.

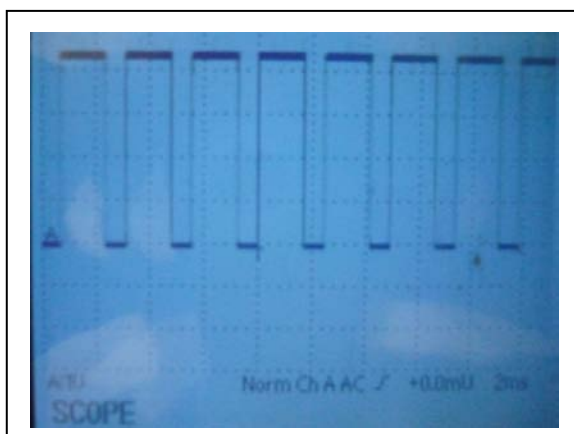


Figura 4.26.- Señal del sensor de velocidad del vehículo.

4.7.1.4 Señal del sensor del cigüeñal.

La señal del sensor de cigüeñal es una señal digital, cambiante en frecuencia de acuerdo al giro de éste, es decir, aumenta las rpm de acuerdo a la velocidad de giro del cigüeñal como se observa en la figura 4.27 y figura 4.28.

La variación de las rpm del cigüeñal se las realiza mediante un potenciómetro colocado debajo del tablero de red.

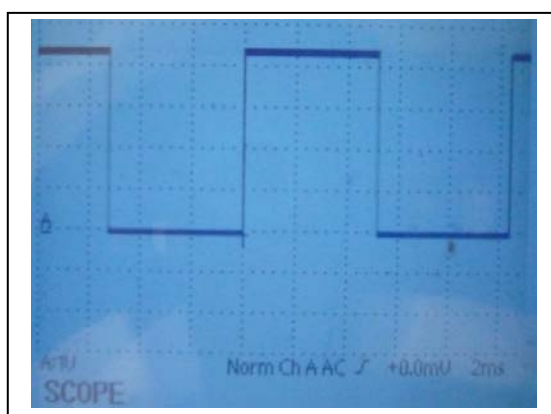


Figura 4.27.- Señal del sensor del cigüeñal.

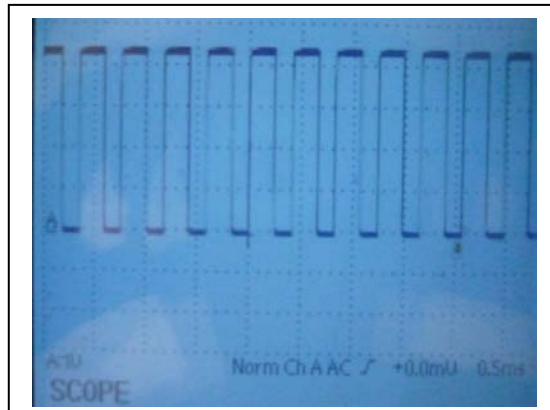


Figura 4.28.- Señal del sensor del cigüeñal.

4.7.2 DATOS DESPLEGADOS POR EL GATEWAY.

El GATEWAY a parte de ser el traductor de la red y unir un módulo con otro, despliega en el LCD de forma numérica los datos digitales que recibe del ECM como son: la presión de aceite, la temperatura del refrigerante, la velocidad de las ruedas y las rpm observados en la figura 4.29. La transformación matemática de los datos recibidos del ECM fue explicado en el capítulo 3.15 del diseño del GAETWAY.



Figura 4.29.- LCD de despliegue de datos.

4.7.3 DATOS ENVIADOS DEL MÓDULO DE VOLANTE HACIA EL GATEWAY

Los datos que envía el módulo del volante hacia el GATEWAY, es la posición de los interruptores que el módulo de volante comanda, es decir, indica la posición ON u OFF de cada uno de éstos, expresados en una palabra digital.

La palabra digital es de un byte u 8 bits en función del tiempo, de acuerdo, a la programación de envío y recepción de datos, en nuestro prototipo existen dos palabras digitales separadas por un pequeño intervalo de tiempo (0 voltios) mostrados en la figura 4.30

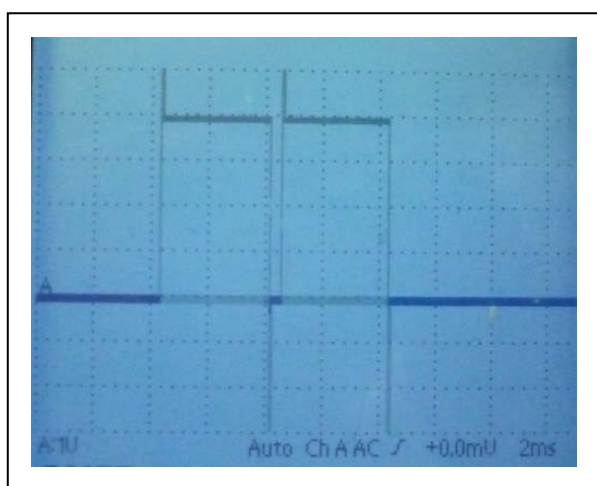


Figura 4.30.- Dato enviado del Módulo de volante hacia GATEWAY.

Los datos enviados por el módulo de volante son datos de tipo negado y a una velocidad de transmisión de 2400 bits por segundo explicado en el capítulo 3.15, es decir cuando un interruptor se encuentra desconectado el dato digital se encuentra en 5 voltios como se observa en la figura anterior y cuando el interruptor es activado cae a cero, observando la variación del dato; un ejemplo es el dato de direccional izquierda como se puede apreciar en la figura 4.31.

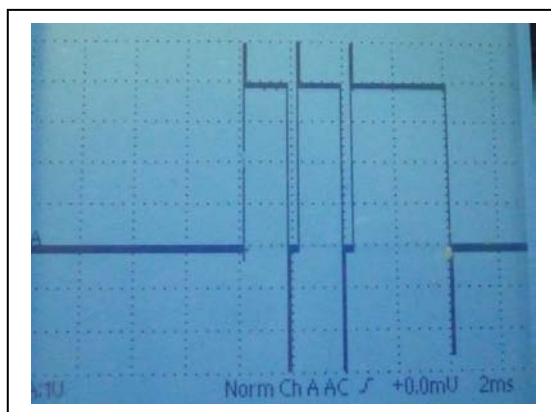


Figura 4.31.-Dato de activación de la direccional izquierda.

4.7.4 DATOS ENVIADOS DEL GATEWAY HACIA EL MÓDULO BAJO EL CAPOT.

Los datos enviados del GATEWAY hacia el Módulo bajo el capot es un dato que consta de dos palabras digitales iguales que el dato entre el Módulo de volante y el GATEWAY, la diferencia fundamental es la velocidad de transmisión de envío y recepción del dato, dada por 1200 bits por segundo y el tipo de dato negado, es decir, el dato de éste es el doble de tamaño con relación al tiempo ocupando del dato de la figura 4.30, las dos palabras digitales están en un tiempo de 16 milisegundos como se muestra en la figura 4.32.

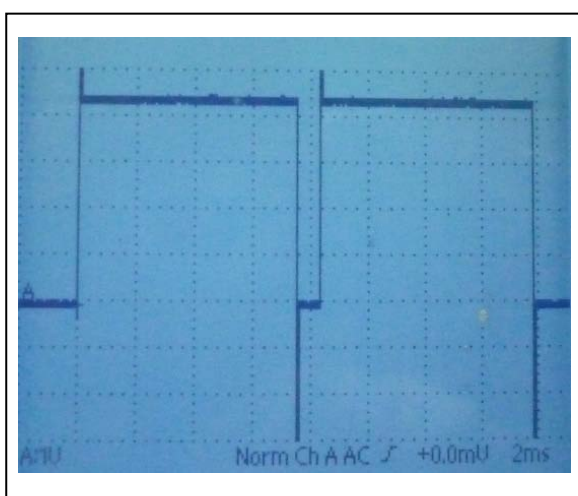


Figura 4.32.- Dato enviado del GATEWAY hacia el módulo bajo el capot.

4.7.5 DATOS ENVIADOS DEL ECM AL GATEWAY.

Los datos que envía el ECM al GATEWAY, son una serie de trenes de pulso que resultan de la conversión de las señales de los sensores simulados a trenes de pulsos o datos digitales colocados en la red.

Esta trama de datos digitales es más compleja de entender, por lo tanto solo se puede observar las variaciones de los trenes de pulso, cuando cambia la condición en ese instante de uno o de todos los sensores.

Se puede observar en la figura 4.33 los trenes de pulsos en una condición dada en ese instante por esos sensores, mientras que la figura 4.34 muestra trenes de pulsos distintos debido a la variación de condiciones de los mismos sensores.

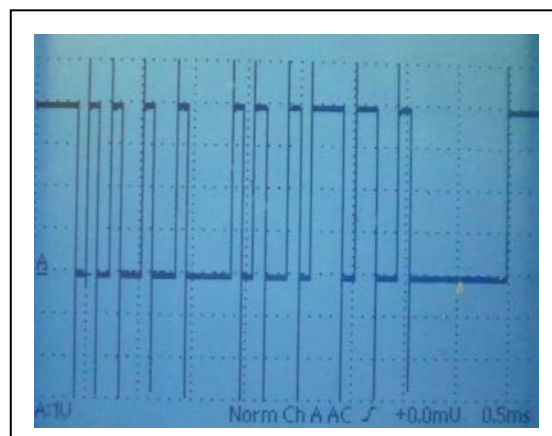


Figura 4.33.- Trama de datos enviado del ECM al GATEWAY.

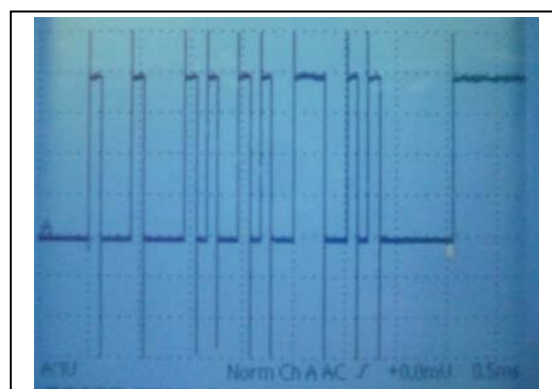

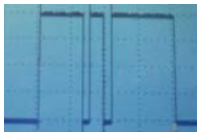
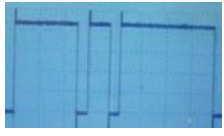


Figura 4.34.- Trama de datos enviado del ECM al GATEWAY.

4.8 VERIFICACIÓN DE OPERACIÓN DE ACTUADORES DEL PROTOTIPO.

Para la verificación de la operación de los diferentes actuadores se puede realizar el procedimiento lógico de la tabla IV.1 siguiente:

Tabla IV.1 Verificación de operación de actuadores

Pasos	Argumento	Valores	SI	NO
1	Girar la llave principal de alimentación del Prototipo.		Ir al paso 2	Ir al paso 3
2	Activar un interruptor del módulo de volante		Ir paso 3	
3	Observe que se active el actuador correspondiente al interruptor presionado		Sistema OK	Ir paso 4
4	Verificar tensión de batería	12 V	Ir paso 5	Reemplazar batería
5	Verificar la tensión de alimentación de cada módulo	12 V	Ir paso 6	Reparar cableado
6	Verificar tensión de regulador de voltaje de módulo	5 V	Ir paso 7	Reparar módulo
7	Medir actividad entre Módulo de volante y GATEWAY		Ir al paso 8	Revisar cableado
8	Medir actividad entre el GATEWAY y el Módulo bajo el Capot		Ir al paso 9	Revisar cableado
9	Reemplazo del actuador		sistema OK	Ir paso 1

CONCLUSIONES

Al finalizar el trabajo de investigación se concluye que:

- Se diseñó y construyó un prototipo de red multiplexada para aplicaciones en el automóvil.
- Se generó un prototipo multiplexado para la utilización en el laboratorio de autotrónica, para la enseñanza del funcionamiento de una red de comunicación.
- Se determinó el uso y la aplicación de una red multiplexada observando las ventajas que esta posee en cuanto a la disminución de su cableado y la facilidad de diagnóstico.
- Se estableció los diferentes tipos de configuraciones de redes que existen, para facilitar la identificación de cualquier tipo de red que se encuentre en los automóviles.
- Se implementó la comunicación digital entre módulos, logrando enviar y recibir datos digitales a distintas velocidades de transmisión.
- Se demostró que la red multiplexada del automóvil es mucho más eficiente que los sistemas antiguos de comunicación, ya que no se necesita de una gran línea de cables para poder monitorear sensores o a su vez activar los diferentes tipos de actuadores.
- Se elaboró diagramas eléctricos, para facilitar las conexiones que cada módulo posee y poder estudiarlos, diagnosticarlos y corregirlos cuando se requiera.
- Se generó un documento de estudio que sirva como base para la investigación de las nuevas tendencias en comunicación del automóvil.

RECOMENDACIONES.

- Leer el manual de usuario antes de utilizar el prototipo de red para el correcto funcionamiento y entendimiento del mismo.
- Al usar este prototipo se eviten falsas conexiones de tierra o inversiones de polaridad para evitar cortocircuitos o el mal funcionamiento del mismo.
- Al realizar las pruebas, se debe seguir pasos lógicos para entender el funcionamiento de la red, de esta manera, se evitará quemar el prototipo o causar daños en aparatos electrónicos.
- Para comprobar que el banco se encuentra en su funcionamiento óptimo, se recomienda utilizar instrumentos de mediciones electrónicos como multímetros y osciloscopio, observando las tensiones de alimentación, su masa y los datos que pueden ser enviados por cada módulo.
- Cuando el prototipo de red no se encienda o tenga fallas, verificar la tensión de alimentación del prototipo de red, su masa y las tensiones que recibe de cada módulo.
- Evitar realizar cortocircuitos debido a que pueden lograr daños graves en las placas electrónicas.

BIBLIOGRAFÍA.

- Anónimo, (n.d.) www.canbus.galeon.com/electronica/canbus.htm
- Augueri Fernando (2007), *Manual de Reparación de ECUs*, Miami CISE Electronics, CC.: Autor.
- Augueri Fernando (2007), *Redes y Multiplexados lección 10*, Miami CISE Electronics, CC.: Autor.
- Bolton Hill, Bolton William (p.3), *Mediciones y pruebas Eléctricas y Electrónicas*.
- Bosch Robert GmbH, 2005, *Manual de la Técnica del Automóvil BOSCH*, Alemania C.C: Autor.
- Datasheet, Microchip PIC 16F62X.
- Datasheet, Microchip PIC 16F87X
- Galarza Z. Eddie MsC, *Microcontroladores*, CC.:Autor
- Malvino Albert Paul, Donald P (p.300), *Principios y Aplicaciones Digitales*.
- Sánchez Luis Gil, *Introducción a la Electrónica Digital*.
- Volkswagen, *Manual de VW – Bus CAN*

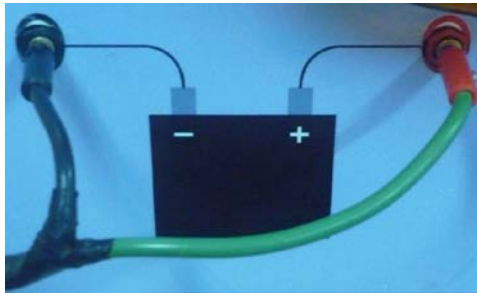
ANEXOS.

ANEXO A.
MANUAL DE USUARIO.

MANUAL DE USUARIO.

Para el uso adecuado de nuestro prototipo de red multiplexada es necesario seguir una serie de procedimientos que se detallan a continuación:

1. Conectar nuestro prototipo con una batería de 12 voltios, verificar que se encuentre la batería totalmente cargada puesto que podría ocasionar fallas en las pruebas que se van a realizar durante todo el entrenamiento del funcionamiento de una red, no colocar en polaridad inversa la batería pues causaría daños severos en el prototipo.



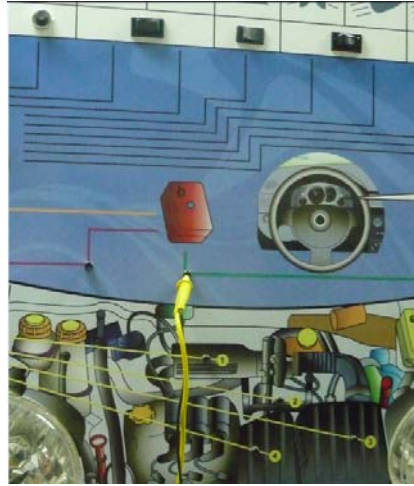
Conexión correcta de la batería.

2. Poner en la posición ON el interruptor principal para que todo el prototipo se energice, se observará en el tablero una luz de color rojo indicando que todo se encuentra alimentado, también se activará el display que muestra los datos de funcionamiento del ECM como se muestra a continuación.



Luz indicadora de energía

3. Comenzamos a realizar la toma de los datos de comunicación en las borneras que se encuentran en el prototipo de acuerdo al capítulo 3, utilizando un osciloscopio, debido a que se observará datos digitales o trenes de pulsos en su gran mayoría.



Bornera para medición con osciloscopio

4. No utilizar lámpara de pruebas, conectar en las borneras corrientes, realizar puentes entre ellos o derivaciones a masa, puede causar graves daños en el hardware del prototipo.



Lámpara de pruebas

**ANEXO B.
DATA LINE COMPUTER.**

Clasificación de los Apartados.		
Identificación	Aparato	Sección
B1	Sensor de Posición del cigüeñal	1
B2	Sensor de Velocidad	1
B3	Sensor de Temperatura	1
B4	Bocina	4, 5
E1	Luz de faro izquierda	4, 5
E2	Luz de faro derecha	4, 5
E3	Luces de emergencia	4, 5
E4	Luces bajas	4, 5
E5	Luces medias	4, 5
E6	Luces altas	4, 5
M1	Motor limpiaparabrisas	4, 5
M2	Motor vidrio eléctrico delantero	4, 5
P1	Tablero de Instrumentos	2
S1	Sensor de Presión de aceite	1
S2	Pulsador de Bocina	3
S3	Interruptor de luces de direccional izquierda	3
S4	Interruptor de luces de direccional derecha	3
S5	Interruptor de luces de emergencia	3
S6	Interruptor faro de luces baja	3
S7	Interruptor faro de luces de media	3
S8	Interruptor faro de luces de alta	3
S9	Interruptor de motor de limpiaparabrisas	3
S10	Interruptor de motor vidrio eléctrico delantero	3
X1	Módulo de Control del Motor	1
X2	BCM o GATEWAY	2
X3	Módulo del Volante	3
X4	Módulo Bajo el Capot	4, 5

ANEXO C.
ARTÍCULO.